

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 化學科

050202

氧化?催化? ——以過氧化氫分解反應為例的三  
模式探討

學校名稱：臺中市立惠文高級中學

作者： 高二 張呈樺	指導老師： 陳健湧 蔡喬筑
---------------	---------------------

關鍵詞：催化劑、雙氧水、氧化還原

## 摘要

本實驗主要探討透過各種藥品，包括PbO<sub>2</sub>、MnO<sub>2</sub>、KMnO<sub>4</sub>、CuO、Pt、過氧化氫酶，與雙氧水反應，驗證藥品在雙氧水的氧化還原的反應上，扮演的角色是反應物，或是催化劑。透過pascoPS-3201藍牙溫度計和S-3204pH儀來檢測在反應過程中，系統溫度、pH值變化及平均速率來做比較。

本次實驗利用KMnO<sub>4</sub>和雙氧水的標準氧化還原反應作為標準，發現氧化還原反應不僅反應後會改變顏色，相對來說溫度和pH值也是變化最大；而Pt則是作為標準的非勻相催化劑，發現催化反應可重複使用，且相對來說溫度和pH值是變化最小的。因此我們判定CuO和過氧化氫解離酶是標準的催化劑，而其他藥品則是介於氧化還原和催化之間，反應不那麼劇烈，但相對作為純催化劑的Pt而言，仍有差距。

## 壹、實驗動機






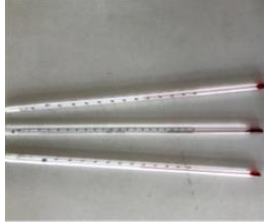
現代人低頭族的比例日益增加，近視的人數不僅增加，患者的年齡層也明顯下降，為了追求外貌許多人會選擇隱形眼鏡。市售隱形眼鏡分為日拋、月拋和年拋，而月拋和年拋的隱形眼鏡因怕細菌孳生，傷害到眼睛，而須加以清潔。目前常用的消毒方式有泡藥水、高溫殺菌和用雙氧水消毒。雙氧水的消毒方式是將隱形眼鏡與Pt一同泡於雙氧水內，利用的是Pt可催化雙氧水還原的特性。白金價格不菲，且大量使用也易造成汙染，如果可以用其他有相同作用但相較環保且便宜的催化劑取代，定能提高經濟效益。讓我不禁想到高一基礎生物課本上有提到生物體內，尤其是金針菇的過氧化小體胞器內含有大量的過氧化氫酶，不僅方便取得、且因是真菌而十分環保。倘若能萃取出來代替Pt，不僅價格可壓低，帶來更多經濟效益，也可減輕環境負擔。但詢問老師過後發現，Pt優勢在於因為是催化劑所以可以長期重複使用，倘若過氧化氫酶其實並非如課本所言是純粹的催化劑的話，此法便不可行，所以便想利用其他同樣能加速雙氧水解離的藥品來實驗，一來，可驗證過氧化氫酶是否真為催化劑，再者，也可研究做為反應物和催化劑所表現出來的差異。

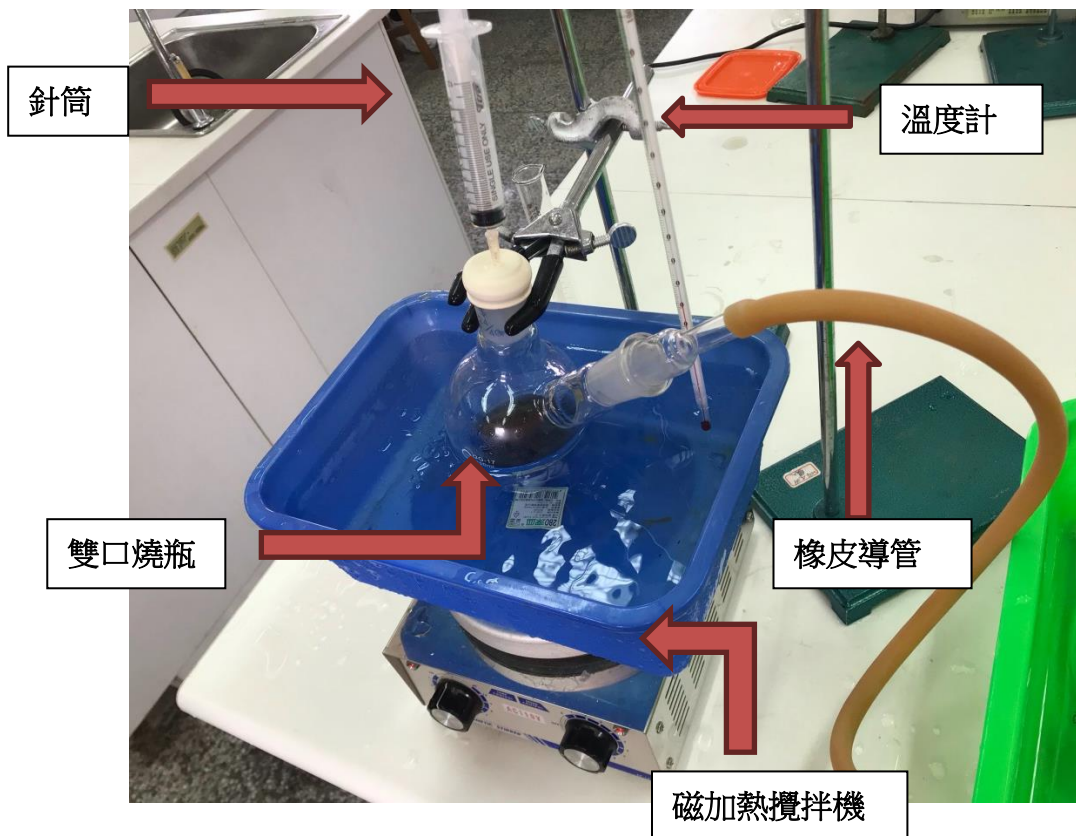
## 貳、實驗目的

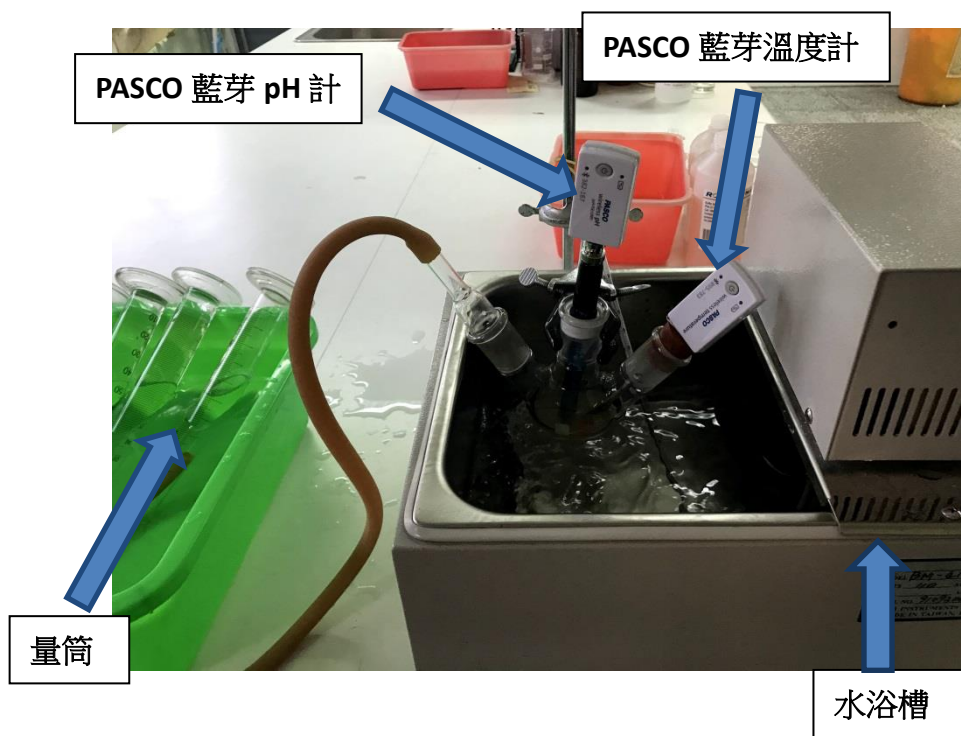
- 一、Pt和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 二、KMnO<sub>4</sub>和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 三、MnO<sub>2</sub>和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 四、PbO<sub>2</sub>和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 五、CuO和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 六、藉由抽氣過濾裝置，萃取出金針菇細胞內的過氧化氫酶。
- 七、過氧化氫酶體和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。
- 八、PbO<sub>2</sub>、Pt、MnO<sub>2</sub>和雙氧水第二次催化測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

## 參、研究設備及器材

量筒(100ml)	10支	溫度計	3支	水槽	3個	橡皮管	3條
燒杯	4杯	PASCO 藍芽溫度計	1支	水浴槽	1台	MnO <sub>2</sub>	1罐
雙口燒瓶	8瓶	PASCO 藍芽 pH 計	1支	製冰機	1台	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%)	4罐
血清塞	5個	電子天平	1個	手機	3台	PbO <sub>2</sub>	1罐
稱量紙	50張	三口燒瓶	1瓶	Pt	5個	KMnO <sub>4</sub>	1罐
注射針筒	2支	安全吸球	2顆	丙酮	1罐	CuO	1罐
刮勺	3支	移液管	2支	研鉢、鉢	4組	金針菇	1袋
錐形瓶	1個	橡膠管	2條	白瓷漏斗	1個	濾紙	6張

		
血清塞	三口燒瓶	雙口燒瓶
		
PASCO 藍芽溫度計	PASCO 藍芽 pH 計	溫度計





## 肆、實驗過程或方法

**【實驗一】**Pt 和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

### 一、控制變因：

Pt(白金環)2個(0.75gw\*2)、35%雙氧水體積(10ml)、環境溫度。

### 二、實驗方法：

- (一) 將 Pt 放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。
- (二) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。
- (三) 將注射針筒插入血清塞。
- (四) 準備排水集氣法的設備。
- (五) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。
- (六) 將雙氧水打入即可開始反應。

### 三、實驗結果：

將 Pt 與雙氧水放在 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位體積(100ml)的生成時間(sec)，第一次催化明顯較第二催化慢，結果如表 1、圖 1：

表 1、Pt 第一次催化、第二次催化  
O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積 (ml)	生成所需時間(sec)	
	第一次催化	第二次催化
100ml	190.94	118.62
200ml	547.65	242.61
300ml	1074.18	412.93
400ml	1793.48	603.37
500ml	2806.46	862.48
600ml	4303.66	1404.87

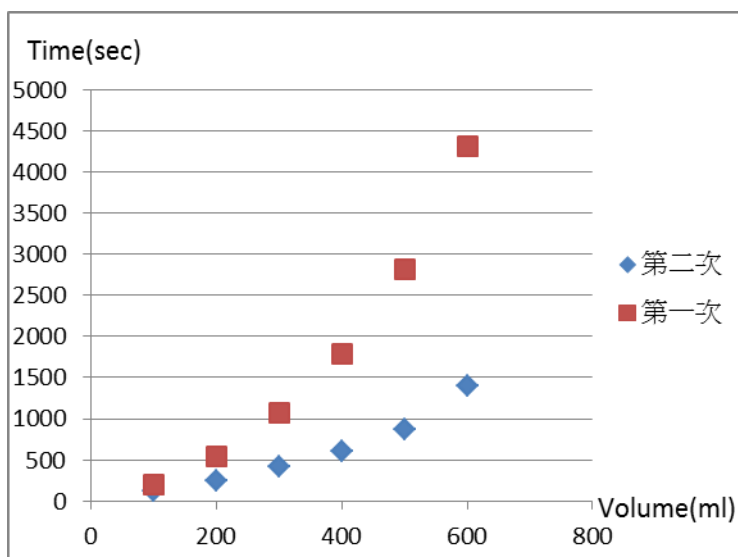


圖 1、Pt 第一次催化、第二次催化  
O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將 Pt 與雙氧水放在 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率 (ml/sec)，第一次催化明顯較第二催化慢，結果如表 2、圖 2~圖 3：

表 2、Pt 第一次催化、第二次催化  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	第一次催化	第二次催化
100ml	0.523725	0.843028
200ml	0.182598	0.412184
300ml	0.093094	0.242172
400ml	0.055758	0.165736
500ml	0.035632	0.115945
600ml	0.023236	0.071181

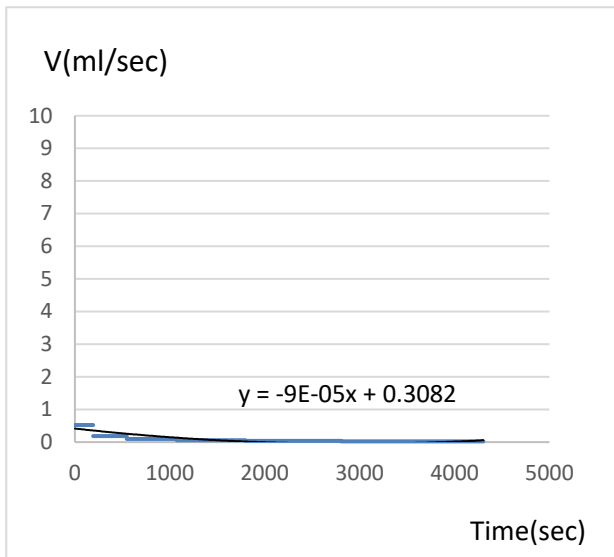


圖 2、Pt 在 25°C 控溫下第一次催化 O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

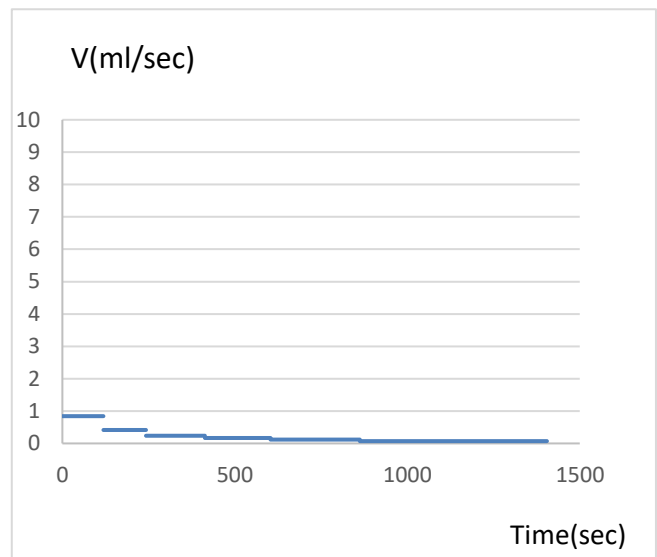


圖 3、Pt 在 25°C 控溫下第二次催化 O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將 Pt 與雙氧水放在 25°C 控溫的環境下反應，全程監控溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 1.2°C，增加約 5.0%（結果如圖 4），pH 值上升 0.02，增加約 0.3%（結果如圖 5）：

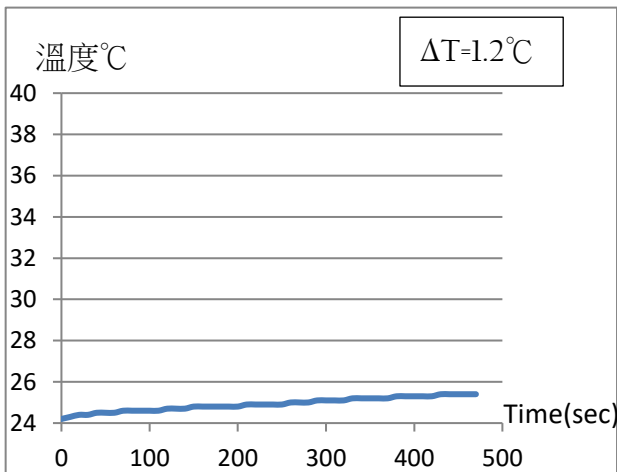


圖 4、Pt 的溫度變化

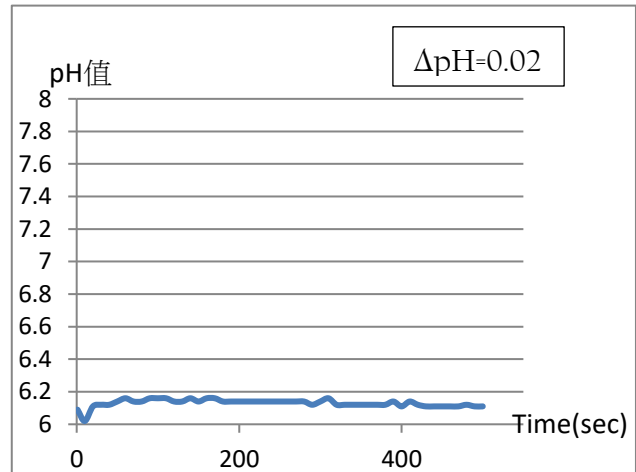


圖 5、Pt 的 pH 值變化

**【實驗二】** KMnO<sub>4</sub> 和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

一、控制變因：

KMnO<sub>4</sub> mole 數(0.000125mole)，35%雙氧水體積(10ml)。

三、操作變因：環境溫度。

二、實驗方法：

(一) 將 KMnO<sub>4</sub> 放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。

- (二) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。
- (三) 將注射針筒插入血清塞。
- (四) 準備排水集氣法的設備。
- (五) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。
- (六) 將雙氧水打入即可開始反應。

### 三、實驗結果：

將  $\text{KMnO}_4$  與雙氧水放在  $0^\circ\text{C}$  及  $25^\circ\text{C}$  控溫的環境下反應，測量生成物  $\text{O}_2$  單位體積(100ml)的生成時間 (sec)， $25^\circ\text{C}$  反應明顯較  $0^\circ\text{C}$  催化快，結果如表 3、圖 6：

表 3、 $\text{KMnO}_4$  在  $0^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$  控溫下  $\text{O}_2$  (100ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積 (ml)	生成所需時間(sec)	
	0°C	25°C
100ml	4.73	3.72
200ml	9.93	4.65
300ml	14.6	6.11
400ml	8.55	7.21
500ml	22.13	12.68

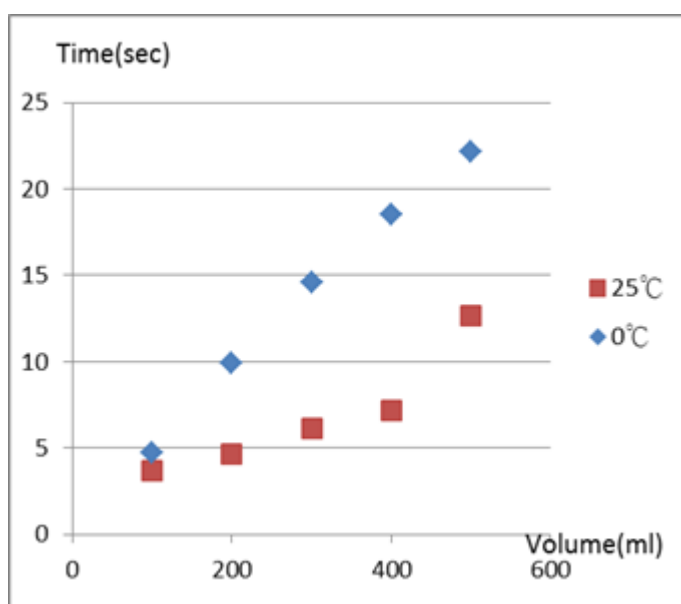


圖 6、 $\text{MnO}_2$  在  $0^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$  控溫下  $\text{O}_2$  單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將  $\text{KMnO}_4$  與雙氧水放在  $25^\circ\text{C}$  及  $0^\circ\text{C}$  控溫的環境下反應，測量生成物  $\text{O}_2$  單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)， $25^\circ\text{C}$  反應明顯較  $0^\circ\text{C}$  催化快，結果如表 4、圖 7~圖 8：



表 4、KMnO<sub>4</sub> 0°C、25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	0°C	25°C
100ml	21.14165	26.88172
200ml	10.07049	21.50538
300ml	6.849315	16.36661
400ml	5.390836	13.86963
500ml	4.518753	7.886435

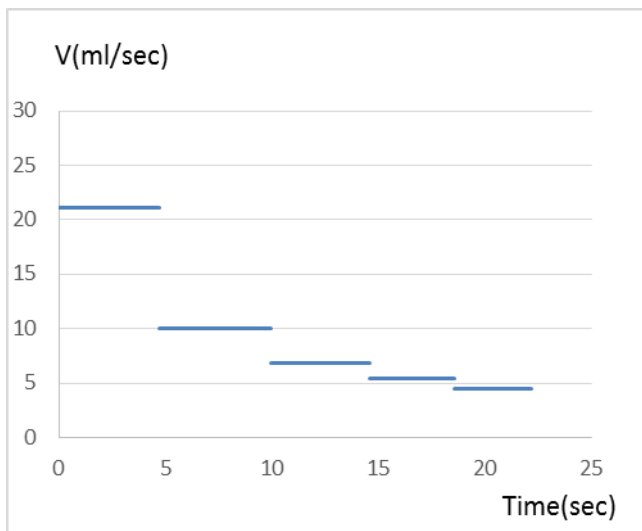


圖 7、KMnO<sub>4</sub> 在 0°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

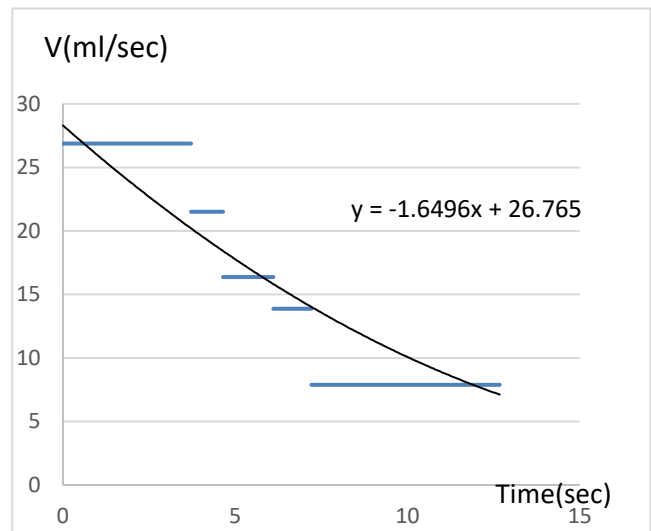


圖 8、KMnO<sub>4</sub> 在 25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將KMnO<sub>4</sub>與雙氧水放在25°C控溫的環境下反應，全程監控溫度及酸鹼值變化。其溫度上升36.1°C，增加約136.2%（結果如圖9），pH值上升3.26，增加約41.2%（結果如圖10）：

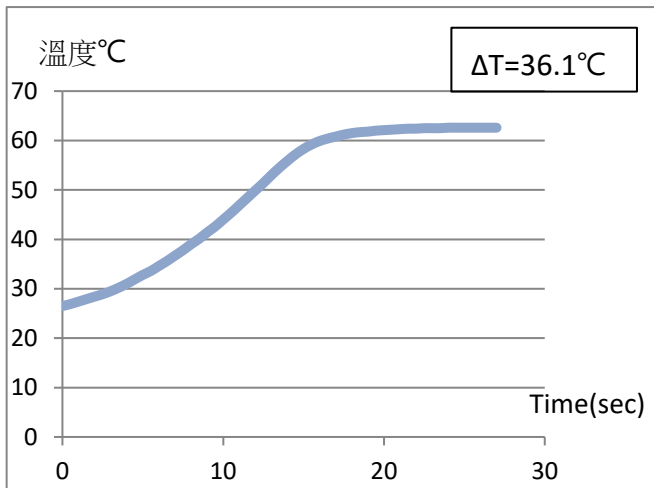


圖 9、KMnO<sub>4</sub>的溫度變化

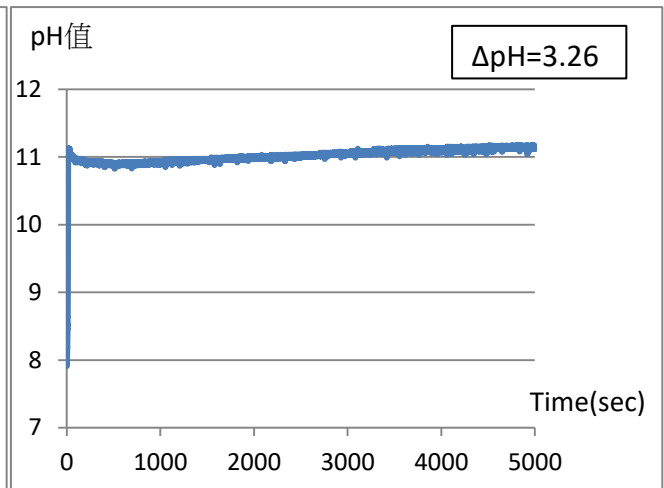


圖 10、KMnO<sub>4</sub>的 pH 值變化

**【實驗三】** MnO<sub>2</sub>和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

#### 一、控制變因：

MnO<sub>2</sub> mole 數(0.000125mole)、35%雙氧水體積(10ml)。

三、操作變因：環境溫度。

#### 二、實驗方法：

- (一) 將 MnO<sub>2</sub>放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。
- (二) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。
- (三) 將注射針筒插入血清塞。
- (四) 準備排水集氣法的設備。
- (五) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。
- (六) 將雙氧水打入即可開始反應。

#### 三、實驗結果：

將 MnO<sub>2</sub>與雙氧水放在 10°C 及 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub>單位體積(100ml)的生成時間 (sec)，25°C 反應明顯較 10°C 催化快，結果如表 5、圖 11：

表 5、MnO<sub>2</sub> 在 10°C、25°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積 (ml)	生成所需時間(sec)	
	10°C	25°C
100ml	1076.41	65.49
200ml	2916.38	81.31
300ml	6420.07	93.38
400ml	10500.15	103.74

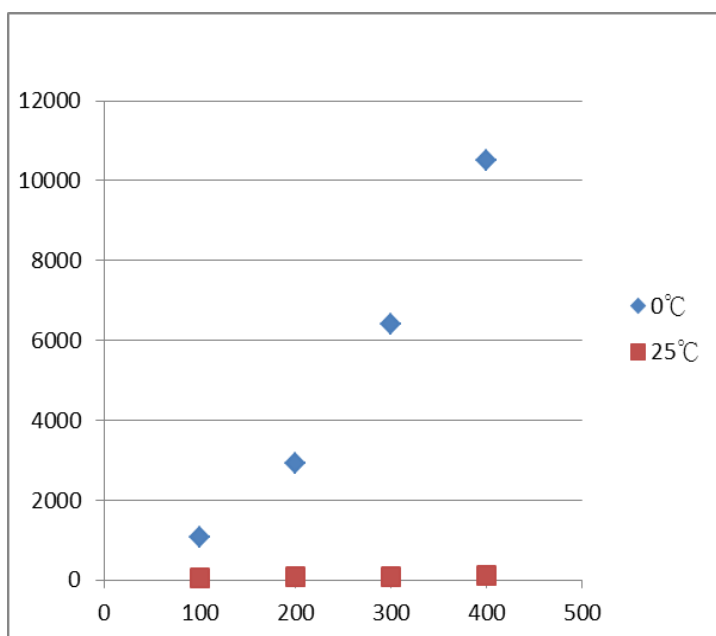


圖 11、MnO<sub>2</sub> 在 10°C、25°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將 MnO<sub>2</sub> 與雙氧水放在 10°C 及 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位時間 (sec) 的平均生成速率 (ml/sec)，25°C 反應明顯較 10°C 催化快，結果如表 6、圖 12~圖 13：

表 6、MnO<sub>2</sub> 在 10°C、25°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位時間 (sec) 的平均生成速率 (ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積 (ml)	10°C	25°C
100ml	0.092901	1.5269507
200ml	0.034289	1.3623978
300ml	0.015576	1.2490632
400ml	0.009524	1.1630612

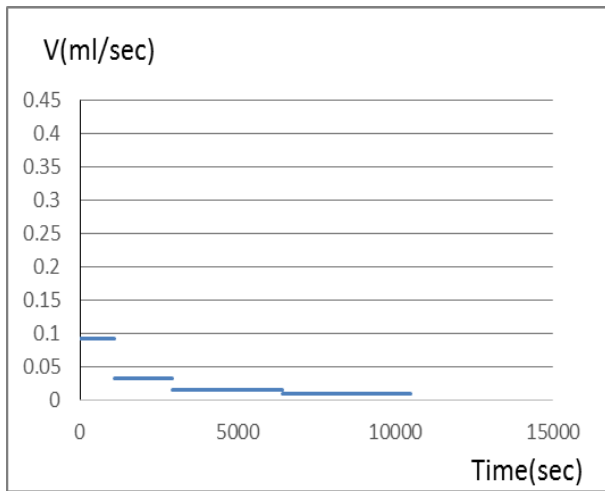


圖 12、MnO<sub>2</sub> 在 10°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

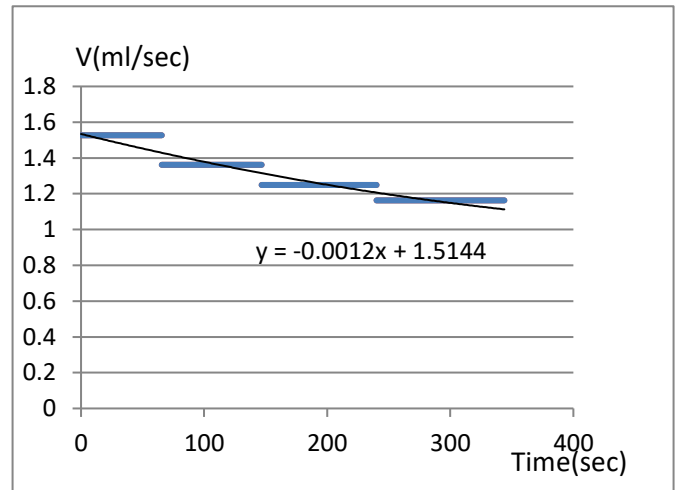


圖 13、MnO<sub>2</sub> 在 25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將MnO<sub>2</sub>與雙氧水放在35°C控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升7.5°C，增加約33.8%（結果如圖14），pH值上升2.02，增加約36.3%（結果如圖15）：

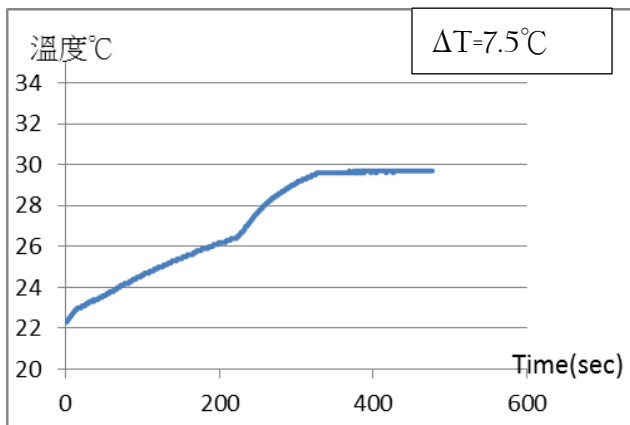


圖 14、MnO<sub>2</sub> 的溫度變化

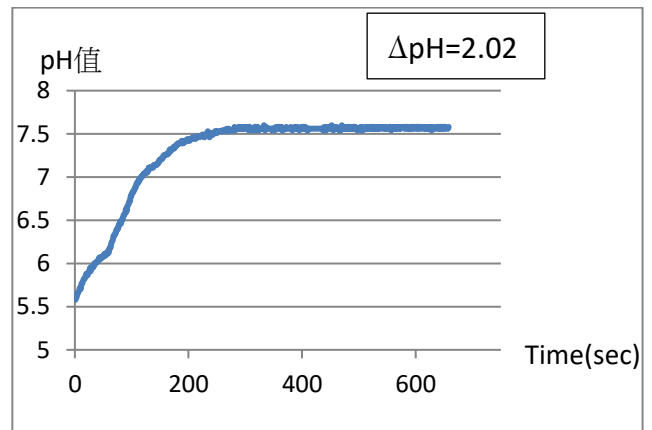


圖 15、MnO<sub>2</sub> 的 pH 值變化

**【實驗四】** PbO<sub>2</sub>和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

一、**控制變因**：PbO<sub>2</sub> mole數 (0.000125mole)，35%雙氧水體積(10ml)。

二、**操作變因**：環境溫度。

三、**實驗方法**：

(一) 將 PbO<sub>2</sub> 放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。

(二) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。

(三) 將注射針筒插入血清塞。

(四) 準備排水集氣法的設備。

(五) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。

(六) 將雙氧水打入即可開始反應。

### 三、實驗結果：

將 PbO<sub>2</sub> 與雙氧水放在 0°C 及 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位體積(100ml)的生成時間 (sec)，25°C 反應明顯較 0°C 催化快，結果如表 7、圖 16：

表 7、PbO<sub>2</sub> 在 0°C、25°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	生成所需時間(sec)	
	0°C	25°C
100ml	137.5	2.43
200ml	341.31	5.11
300ml	747.17	7.81
400ml	1387.90	12.03
500ml	2251.18	19.9
600ml	3040.07	29.53
700ml	3605.64	39.63
800ml	4034.32	51.59
900ml	4406.12	62.99
1000ml	4636.38	79.32

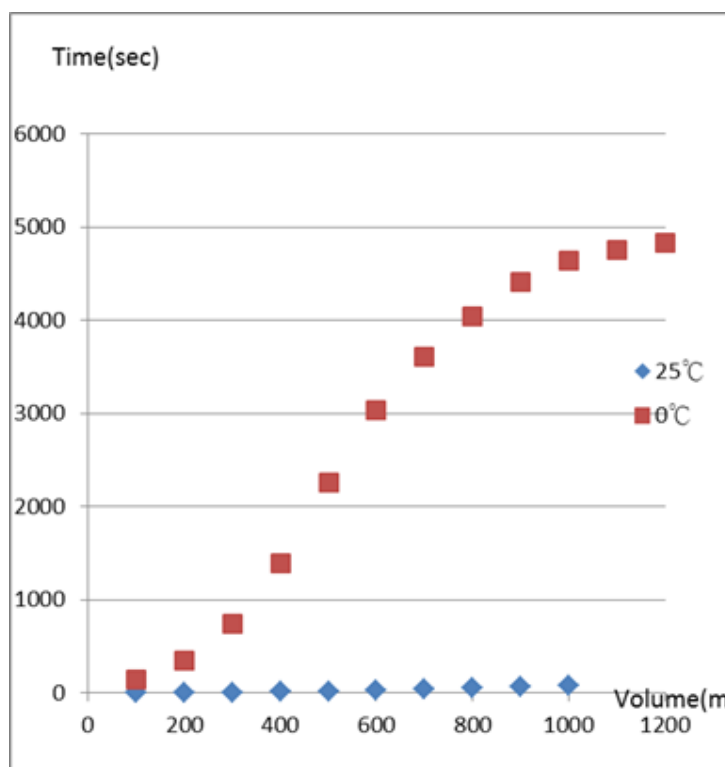


圖 16、PbO<sub>2</sub> 在 0°C、25°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將 PbO<sub>2</sub> 與雙氧水放在 25°C 及 0°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)，25°C 反應明顯較 0°C 催化快，結果如表 8、圖 17~圖 18：

表 8、PbO<sub>2</sub> 在 0°C、25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	0°C	25°C
100ml	0.727273	41.15226
200ml	0.292989	19.56947
300ml	0.133838	12.8041
400ml	0.072051	8.312552
500ml	0.044421	5.025126
600ml	0.032894	3.386387
700ml	0.027734	2.523341
800ml	0.024787	1.93836
900ml	0.022696	1.587554
1000ml	0.021569	1.260716

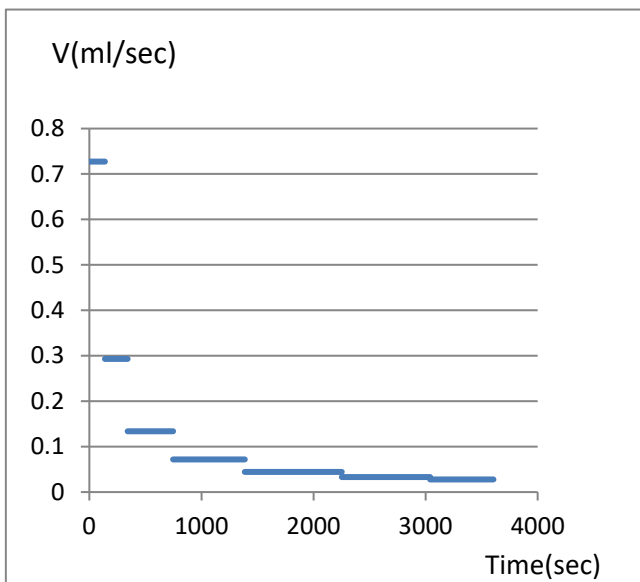


圖 17、PbO<sub>2</sub> 在 0°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

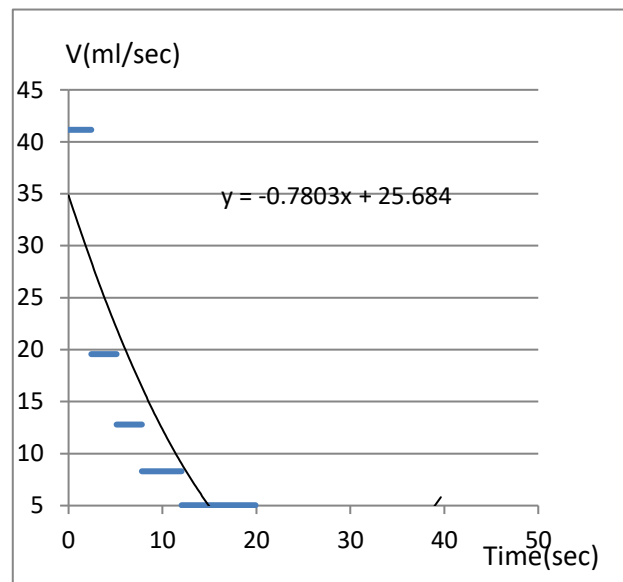


圖 18、PbO<sub>2</sub> 在 25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將 $\text{PbO}_2$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 $16.4^\circ\text{C}$ ，增加約66.4%（結果如圖19），pH值上升3.33，增加約54.8%（結果如圖20）：

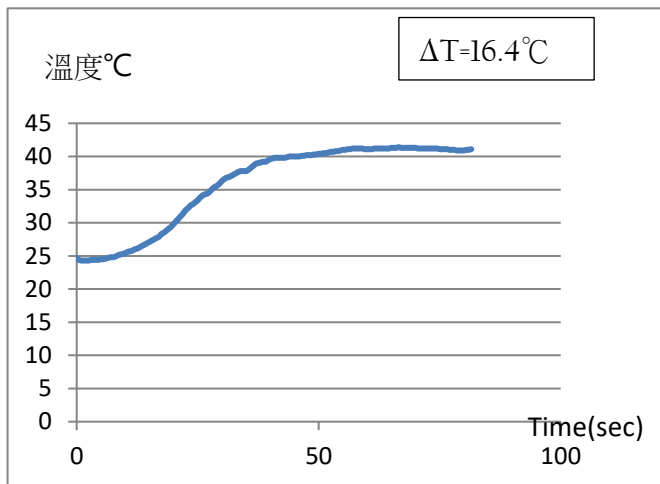


圖 19、 $\text{PbO}_2$ 的溫度變化

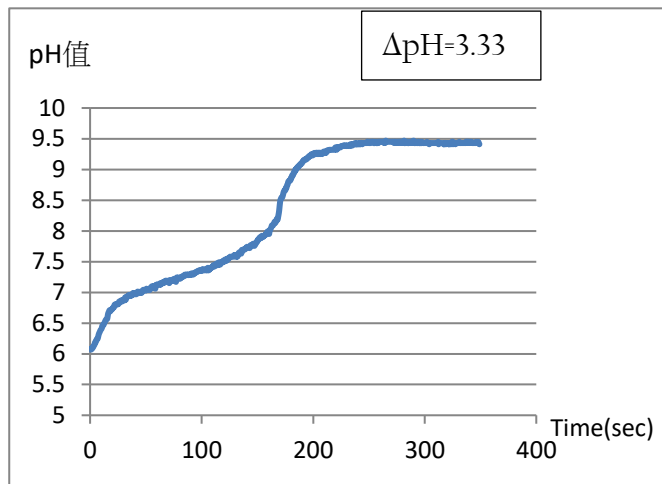


圖 20、 $\text{PbO}_2$ 的 pH 值變化

**【實驗五】**  $\text{CuO}$ 和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

一、**控制變因**： $\text{CuO}$  mole 數 (0.06mole)，35%雙氧水體積(10ml)。

二、**操作變因**：環境溫度。

三、**實驗方法**：

(一)將  $\text{CuO}$  放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。

(二)將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。

(三)將注射針筒插入血清塞。

(四)準備排水集氣法的設備。

(五)將雙口燒瓶放入水浴槽中。

(六)將雙氧水打入即可開始反應。

四、**實驗結果**：

將  $\text{CuO}$  與雙氧水放在  $25^\circ\text{C}$  及  $35^\circ\text{C}$  控溫的環境下反應，測量生成物  $\text{O}_2$  單位體積(100ml)的生成時間 (sec)， $35^\circ\text{C}$  反應明顯較  $25^\circ\text{C}$  快，結果如表 9、圖 21：

表 9、CuO 在 25°C、35°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	生成所需時間(sec)	
	25°C	35°C
100ml	888.87	473.65
200ml	1628.3	443.95
300ml	2479.95	425.63
400ml	3278.86	409.54
500ml	4056.43	417.02

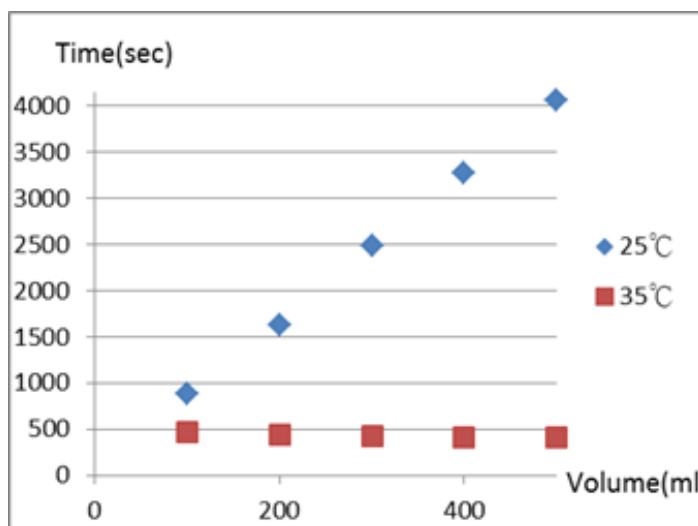


圖 21、CuO 在 25°C、35°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將 CuO 與雙氧水放在 35°C 及 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位時間 (sec) 的平均生成速率 (ml/sec)，35°C 反應明顯較 25°C 催化快，結果如表 10、圖 22~圖 23：

表 10、CuO 在 25°C、35°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間 (sec) 的平均生成速率 (ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	25°C	35°C
100ml	0.112502	0.211126
200ml	0.122827	0.450501
300ml	0.120970	0.704838
400ml	0.121994	0.976706
500ml	0.123206	1.198983



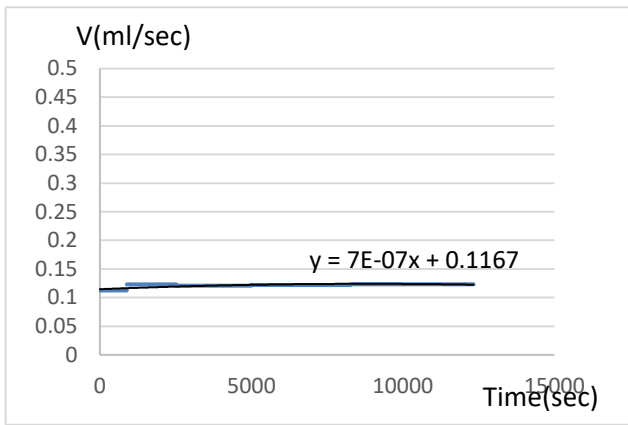


圖 22、CuO 在 25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

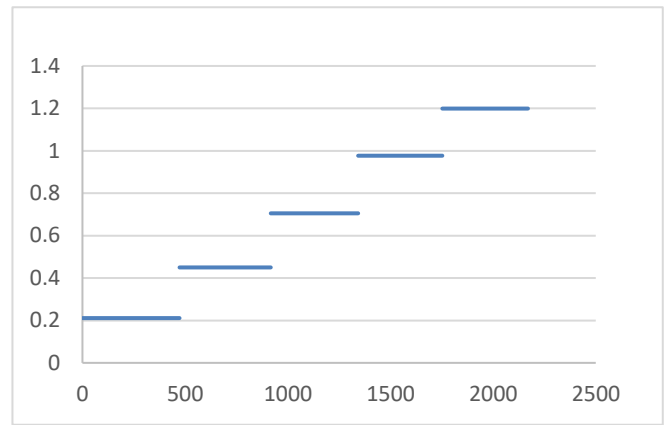


圖 23、CuO 在 35°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將 CuO 與雙氧水放在 25°C 控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 0.1°C，增加約 0.3%（結果如圖 24），pH 值下降 0.54，減少約 11.7%（結果如圖 25）：

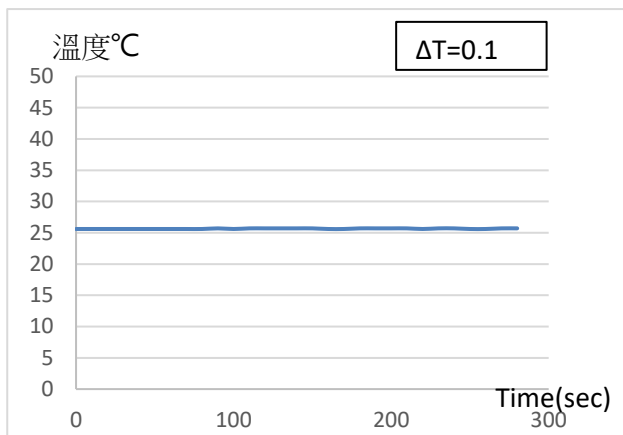


圖 24、CuO 的溫度值變化

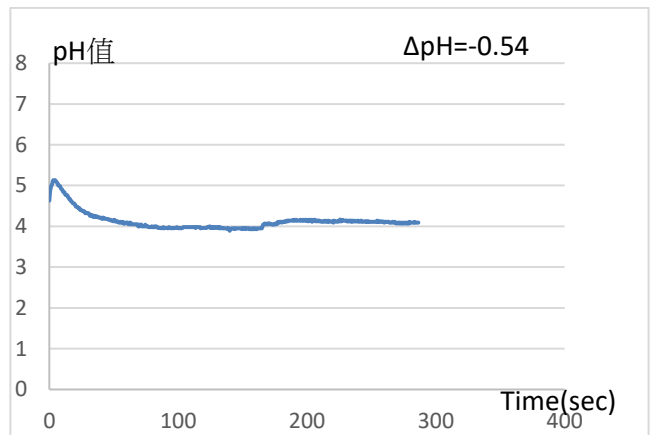


圖 25、CuO 的 pH 值變化

### 【實驗六】過氧化氫酶的製備。

一、控制變因：金針菇質量、水體積

二、實驗方法：

(一) 去除尾端菇土

(二) 取 5 克搗成泥狀(不含蕈傘部分)。

(三) 與 40ml 蒸餾水混和。

(四) 靜置於室溫下 1 小時。

(五) 利用抽氣過濾裝置取得過氧化氫(解離)酶

三、實驗結果：取得過氧化氫(解離)酶水溶液。

### 【實驗七】過氧化氫酶體和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應

速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

### 一、控制變因：

金針菇質量(5 克)，35%雙氧水體積(10ml)。

### 二、操作變因：環境溫度。

### 三、實驗方法：

- (一) 從實驗六中萃取出過氧化氫解離酶水溶液取 15 毫升與 25 毫升蒸餾水配置。
- (二) 將步驟(一)的過氧化氫解離酶水溶液倒入雙口燒瓶中。
- (三) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。
- (四) 將注射針筒插入血清塞。
- (五) 準備排水集氣法的設備。
- (六) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。
- (七) 將雙氧水打入即可開始反應。
- (八) 測其反應速率、溫度及酸鹼值變化量。

### 三、實驗結果：

將金針菇與雙氧水放在 35°C 及 25°C 控溫的環境下反應，測量生成物 O<sub>2</sub> 單位體積(100ml)的生成時間 (sec)，25°C 反應明顯較 0°C 催化快，結果如表 10、圖 26：

表 10、金針菇在 25°C、35°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

O <sub>2</sub> 生成體積 (ml)	生成所需時間(sec)	
	25°C	35°C
100ml	77.15	36.10
200ml	83.74	34.06
300ml	72.71	27.18
400ml	74.14	31.83
500ml	79.32	37.67

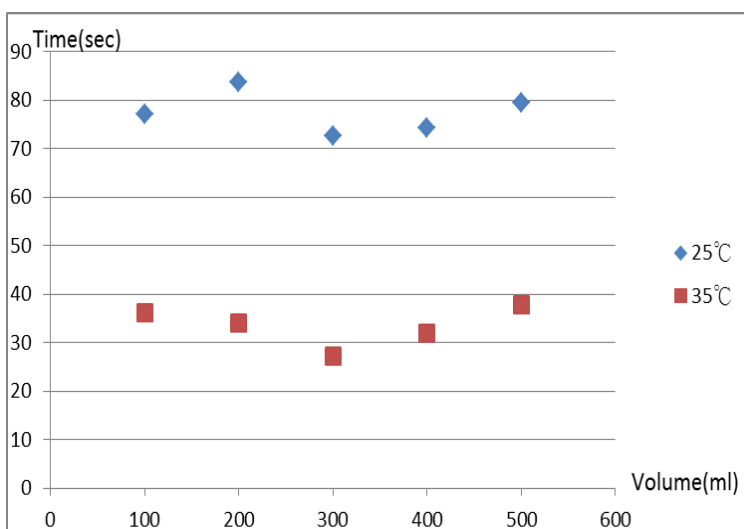


圖 26、金針菇在 25°C、35°C 控溫下 O<sub>2</sub> 單位體積 (ml) 的生成時間 (sec)

將金針菇與雙氧水放在 25°C 及 35°C 的環境下反應，生成物 O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率 (ml/sec)，35°C 反應明顯較 25°C 快，結果如表 11、圖 27、圖 28：

表 11、在 25°C 和 35°C 溫度下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

O <sub>2</sub> 生成體積(ml)	25°C	35°C
100ml	1.296176	2.770083
200ml	2.388345	5.871991
300ml	4.125980	11.037530
400ml	5.395198	12.566760
500ml	6.303580	7.075138

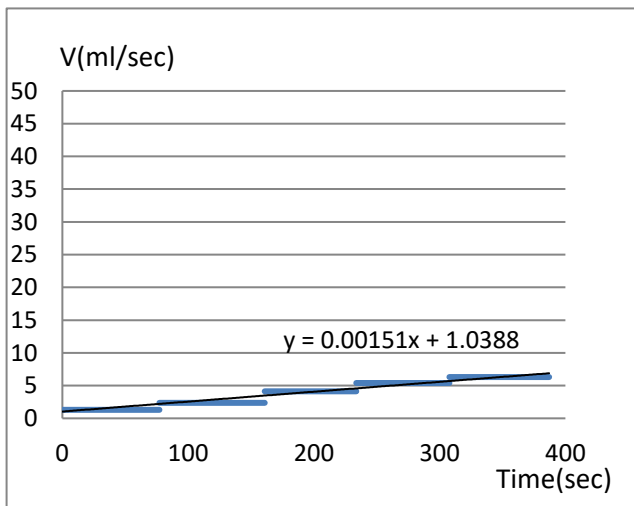


圖 27、金針菇在 25°C 控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

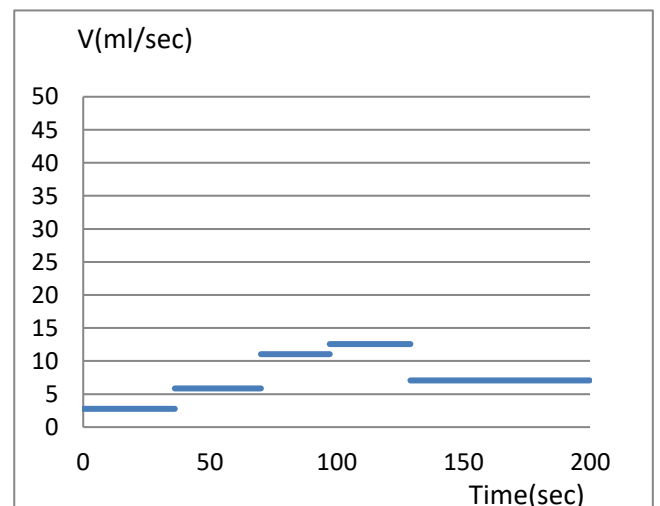


圖 28、金針菇在 35°C 的控溫下  
O<sub>2</sub> 單位時間( sec )的平均生成速率(ml/sec)

將金針菇與雙氧水放在 25°C 控溫的環境下反應，其溫度上升 1.2°C，成長約 4.7% (結果如圖 29)，

pH值上升0.26，成長約4.3%（結果如圖30）：

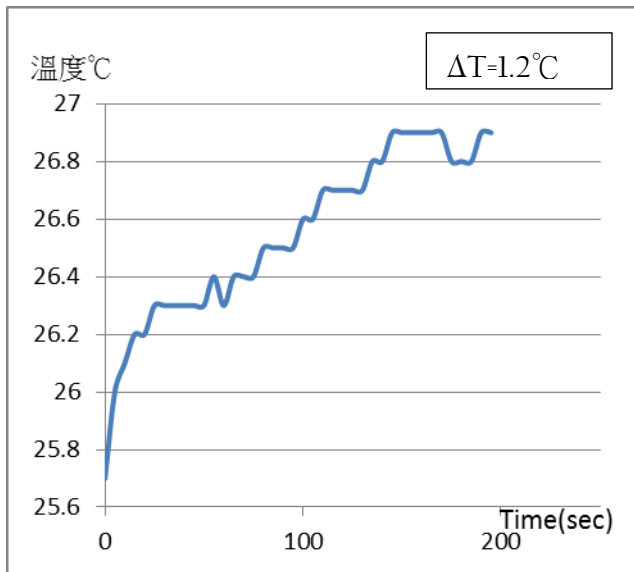


圖 29、金針菇的溫度變化

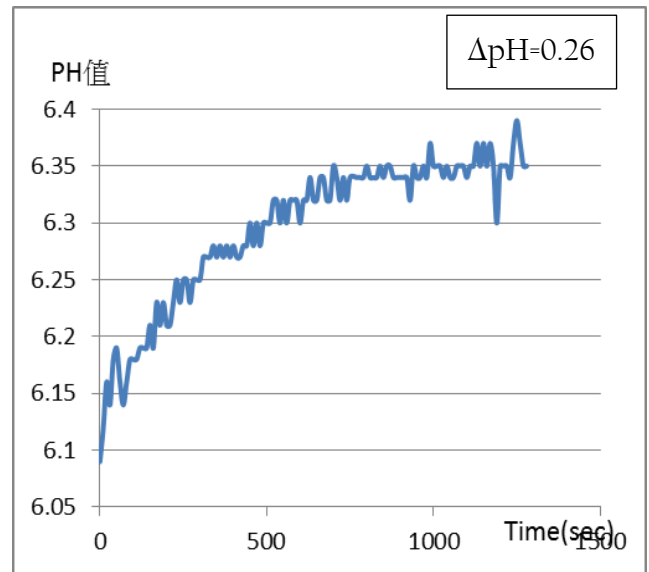


圖 30、金針菇的 pH 值變化

**【實驗八】** PbO<sub>2</sub>、Pt、MnO<sub>2</sub>和雙氧水第二次催化測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

一、控制變因：

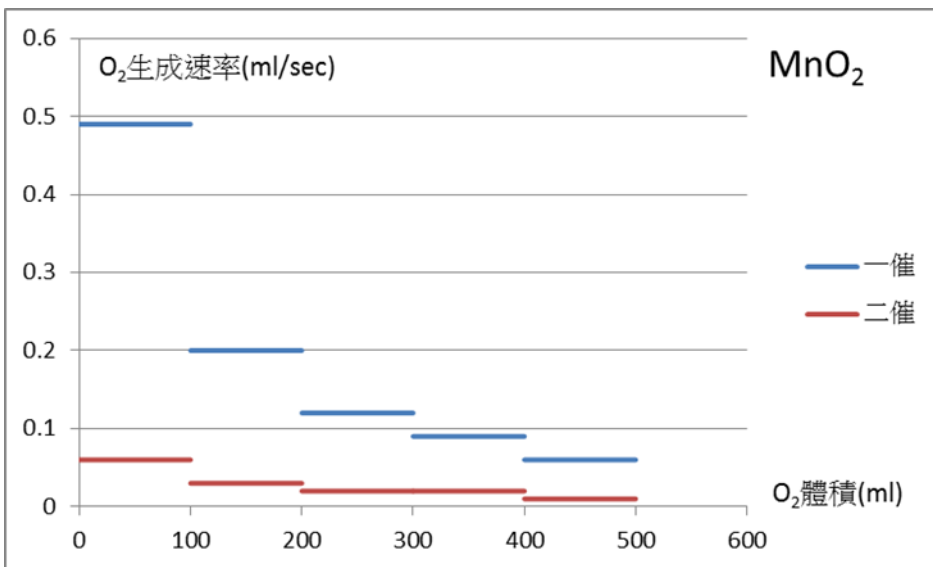
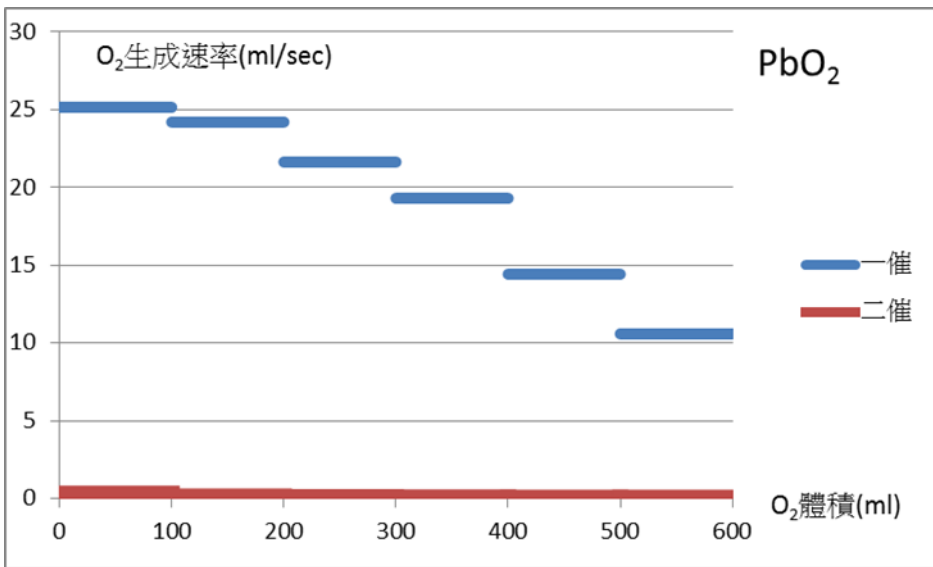
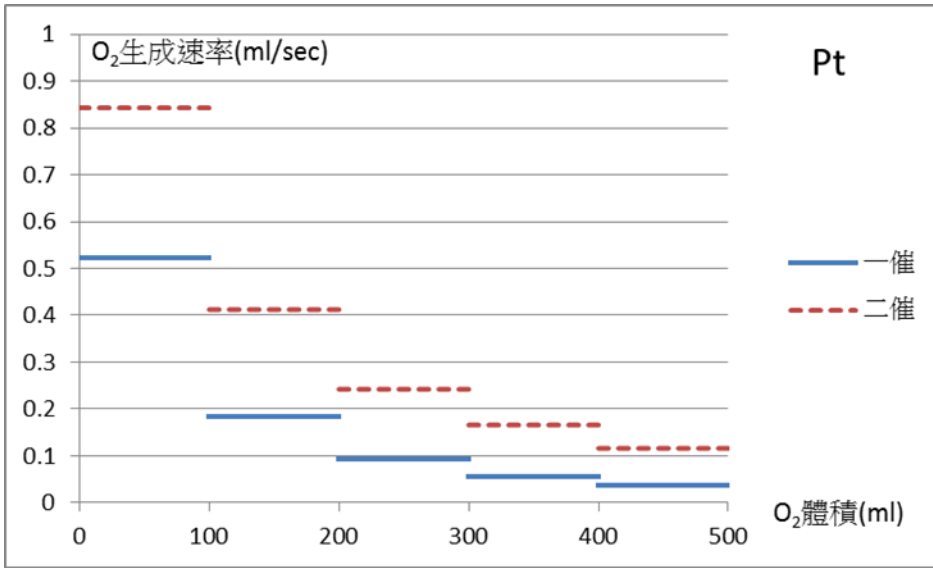
實驗一、三、四所回收之藥品，雙氧水 10(ml)35%

二、操作變因：環境溫度。

三、實驗方法：

- (一) 將回收藥品放入裝有 40ml 水的雙口燒瓶中。
- (二) 將血清塞套入其中一個瓶口，一口連接橡皮導管以收集氧氣。
- (三) 將注射針筒插入血清塞。
- (四) 準備排水集氣法的設備。
- (五) 將雙口燒瓶放入水浴槽中。
- (六) 將雙氧水打入即可開始反應。

四、 實驗結果：



## 伍、 討論

### 一、Pt

由實驗一可得知，Pt反應過程最高溫與最低溫相差 $1.2^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差0.02，第一次催化和第二次催化的速率變化小，，加上教科書上的描述，可得知其完全屬於催化反應。

### 二、 $\text{KMnO}_4$

$\text{KMnO}_4$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $35.9^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差3.26，反應前後溫度及pH質產生劇烈變化，加上教科書上的描述，可得知其完全屬於氧化還原。

### 三、 $\text{MnO}_2$

$\text{MnO}_2$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $7.5^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差2.02，介於Pt和 $\text{KMnO}_4$ 之間，因此我們推斷小部分是氧化還原反應，大部分則屬於催化的效果。

### 四、 $\text{PbO}_2$

$\text{PbO}_2$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $16.4^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差3.33，較接近 $\text{KMnO}_4$ 。開始的時候速率很快，之後緩降下來，因此我們推斷大部分是氧化還原反應，小部分則屬於催化的效果。

### 五、CuO

CuO反應過程最高溫與最低溫相差 $0.1^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差0.54，溫度及pH值變化都接近於Pt，因此我們推斷其完全屬於催化劑。

### 六、過氧化氫酶

過氧化氫酶反應過程最高溫與最低溫相差 $1.2^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差0.26，溫度以及pH值變化都接近於Pt，因此我們推斷其完全屬於催化劑。

### 七、二次催化

由實驗八得知純催化的白金其二次催化，反應速率不但沒有變慢，反而比一催更快。而二氧化鉛以及二氧化錳，因有氧化還原的耗損，所以反應速率二次催化明顯的比第一次催化還要慢多。

## 陸、 結論

### 一、依照溫度變化來看：

由表12可以看出，Pt在反應過程中溫度變化平緩屬於催化反應。KMnO<sub>4</sub>變化劇烈，屬於氧化還原反應。MnO<sub>2</sub>，兩者皆有，但溫差與Pt較相近，所以推斷催化反應佔大多數。PbO<sub>2</sub>兩者皆有，但溫差與KMnO<sub>4</sub>較相近，所以推斷氧化還原反應佔大多數。CuO上，與Pt相似，推斷為催化反應。過氧化氫酶，與Pt相同，推斷為催化反應。由上述內容推斷出，催化劑的反應過程中溫度變化較少，而氧化還原反應過程中溫度變化則較為劇烈。

### 二、依照pH值變化來看：

由表12可以看出，Pt在反應過程中pH值變化平緩屬於催化反應。KMnO<sub>4</sub>變化劇烈，屬於氧化還原反應。MnO<sub>2</sub>，兩者皆有，但pH值變化與Pt較相近，推斷催化反應佔大多數。PbO<sub>2</sub>兩者皆有，但pH值與KMnO<sub>4</sub>較相近，推斷氧化還原反應佔大多數。CuO上，與Pt相似，推斷為催化反應。過氧化氫(解離)酶，與Pt相似，推斷為催化反應。由上述內容推斷出，催化劑的反應過程中pH值變化較少，而氧化還原反應過程中pH值變化則較為劇烈，充分了證明我們對於催化劑和氧化還原的觀點。

表12  
根據溫度及pH值變化判定其在氧化還原反應內的角色

藥品	$\Delta T$	$\Delta pH$	結論
Pt	1.2°C	0.02	催化
KMnO <sub>4</sub>	36.1°C	3.17	氧化還原
MnO <sub>2</sub>	7.5°C	2.02	小部分氧化還原，大部分催化
PbO <sub>2</sub>	16.4°C	3.33	大部分氧化還原，小部分催化
CuO	0.1°C	-0.54	催化
過氧化氫(解離)酶	1.2°C	0.26	催化

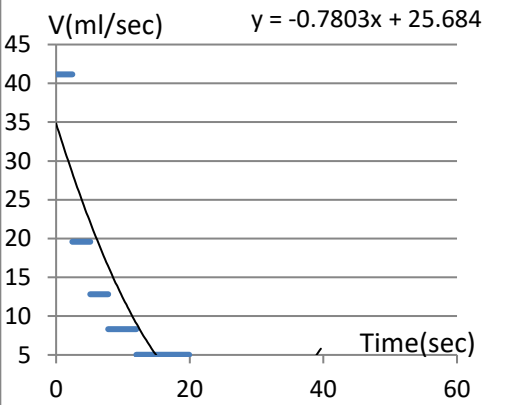
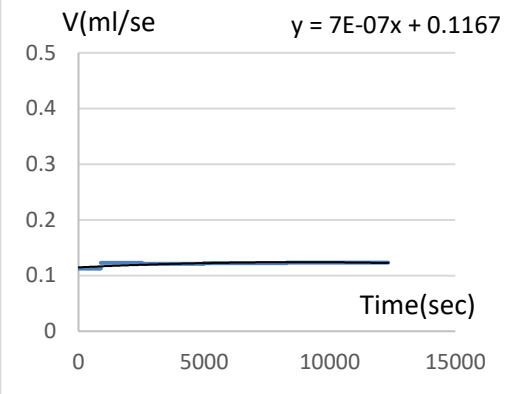
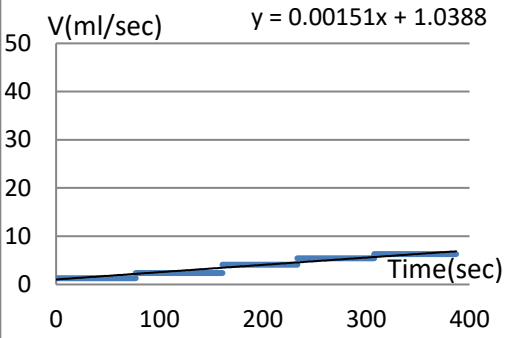
三、依照速率變化的斜率來看：

我們由表13推斷，介於±0.002之間屬於催化反應，而小於-1.5則為氧化還原反應，當其值介於兩者之間，則同時兼有之。

表13  
根據平均速率變化程度判定其在氧化還原反應內的角色

藥品	平均速率圖型	圖型斜率	反應模式
Pt		-9E-05	催化
KMnO <sub>4</sub>		-1.6496	氧化還原
MnO <sub>2</sub>		-0.012	小部分氧化還原， 大部分催化



PbO <sub>2</sub>		-0.7803	大部分氧化還原， 小部分催化
CuO		7E-07	催化
過氧化氫 酶		0.0015	催化

## 柒、 未來展望

本次實驗我們得知Pt在氧化還原反應，與金針菇來做對照，測其反應過程的溫度模式、反應速率以及反應所需活化能來做對比，因而推出以固定濃度的過氧化氫解離酶能夠取代用來清潔隱形眼鏡的Pt。同時也發現工業上也有將過氧化氫酶利用在多個領域上(註五)，例如：食品工業方面應用於除去用於製造奶酪的牛奶中的過氧化氫、應用於食品包裝防止食物氧化、紡織工業方面應用於除去紡織物上的過氧化氫，以保證成品不含過氧化物、美容業方面應用於一些面部護理，中加入了該酶和過氧化氫，目的是增加表皮上層的細胞氧…等等。但目前

業界多使用動物的肝臟來進行萃取，倘若能使用植物或真菌內得過氧化氫酶來取代，不僅降低成本同時也能減輕環境負擔，我們希望日後有時間進一步探討如何將過氧化氫酶從植物或真菌內完整的提取出來並付諸實行。

## 捌、 參考資料及其他

一、pasco 藍牙溫度計

[http://education.kyst.com.tw/products\\_detail.php?bgid=3&mgid=99&sgid=137&bid=&gid=1283](http://education.kyst.com.tw/products_detail.php?bgid=3&mgid=99&sgid=137&bid=&gid=1283)

二、pasco 藍牙 pH 儀

[http://education.kyst.com.tw/products\\_detail.php?bgid=3&mgid=99&sgid=137&bid=&gid=1286](http://education.kyst.com.tw/products_detail.php?bgid=3&mgid=99&sgid=137&bid=&gid=1286)

三、高中選修化學(上)(龍騰文化)第五章

四、高中基礎化學(三)(龍騰文化)第二章

五、<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%87%E6%B0%A7%E5%8C%96%E6%B0%A2%E9%85%B6>

## 【評語】 050202

1. 研究主題不夠清楚。
2. 研究的標的有顯著的氧化還原性質，與其他做為催化劑的標的不一致。

建議：多瞭解催化機制。

# 摘要

本實驗主要探討透過各種藥品，包括Pt、KMnO<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、PbO<sub>2</sub>、CuO、過氧化氫酶，與雙氧水反應，驗證藥品在雙氧水分解反應上，扮演的角色是反應物，或是催化劑。本次實驗透過pascoPS-3201藍牙溫度計和PS-3204pH儀來檢測在反應過程中，利用溫度、pH值變化及平均速率來做比較，且實驗以KMnO<sub>4</sub>和雙氧水的標準氧化還原反應作為標準，發現氧化還原反應不僅反應後會改變顏色，相對來說溫度和pH值也是變化最大；而Pt則是作為標準的非勻相催化劑，發現催化反應可重複使用，且相對來說溫度和pH值是變化最小的。因此我們判定CuO和過氧化氫解離酶是標準的催化劑，而其他藥品則是介於氧化還原和催化之間，反應不那麼劇烈，但相對作為純催化劑的Pt而言，仍有差距。催化劑作用的方式是降低反應所需活化能，而不需直接參與反應，不屬於反應物，相當於生物體內的酶，可重複使用，不僅可以減縮成本，具有經濟效益，還可以降低環境負擔，倘若能好好利用催化劑的效用，必能為人類謀取更多福祉。

Keywords：氧化還原、催化劑、Pt、KMnO<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、PbO<sub>2</sub>、CuO、過氧化氫酶、雙氧水。

## 壹、實驗動機

現代人低頭族的比例日益增加，近視的人數不僅增加，患者的年齡層也明顯下降，為了追求外貌許多人會選擇隱形眼鏡。市售隱形眼鏡分為日拋、月拋和年拋，而月拋和年拋的隱形眼鏡因怕細菌孳生，傷害到眼睛，而須加以清潔。目前常用的消毒方式有泡藥水、高溫殺菌和用雙氧水消毒。雙氧水的消毒方式是將隱形眼鏡與Pt一同泡於雙氧水內，利用的是Pt可催化雙氧水還原的特性。白金價格不菲，且大量使用也易造成汙染，如果可以用其他有相同作用但相較環保且便宜的催化劑取代，定能提高經濟效益。讓我不禁想到高一基礎生物課本上有提到生物體內，尤其是金針菇的過氧化小體胞器內含有大量的過氧化氫酶，不僅方便取得、且因是真菌而十分環保。倘若能萃取出來代替Pt，不僅價格可壓低，帶來更多經濟效益，也可減輕環境負擔。但詢問老師過後發現，Pt優勢在於因為是催化劑所以可以長期重複使用，倘若過氧化氫酶其實並非如課本所言是純粹的催化劑的話，此法便不可行，所以便想利用其他同樣能加速雙氧水解離的藥品來實驗，一來，可驗證過氧化氫酶是否真為催化劑，再者，也可研究作為反應物和作為催化劑所表現出來的差異。

## 貳、實驗目的

分別探討Pt、KMnO<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、PbO<sub>2</sub>、CuO及過氧化氫酶和雙氧水反應過程中，全程監控溫度變化和酸鹼值變化及測量反應速率，來探討雙氧水分解的反應模式。

## 參、實驗器材

量筒(100ml)、燒杯、試管、試管夾、酒精燈、注射針筒、刮勺、PASCO藍牙pH計、PASCO藍牙溫度計、稱量紙、電子天平、三口燒瓶、雙口燒瓶、錐形瓶、溫度計、安全吸球、移液管、橡膠管、水浴槽、製冰機、丙酮、研鉢、鉢、白瓷漏斗、濾紙、血清塞、玻璃管、磁攪拌器、手機、雙氧水(35%)、白金環、KMnO<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub>、PbO<sub>2</sub>、CuO、金針菇。

## 肆、實驗步驟

### 一、溫度、pH值變化測量

- (一)、將藥品放入裝有40ml蒸餾水的三口燒瓶中，將藍牙溫度計、藍牙pH計插入已鑽好洞的血清塞中，然後套入其中兩個瓶口，另一口連接橡膠管以收集氧氣，其中一口則插入預先抽取10ml雙氧水的注射筒。
- (二)、準備排水集氣法的設備。
- (三)、將三口燒瓶放入水浴槽中(或磁加熱攪拌機上)。
- (四)、打開藍牙溫度計、藍牙pH計和手機上的SPARKvue APP及藍牙，連上線後按開始鍵，同時注入雙氧水，開始測量反應過程的溫度及pH值變化。

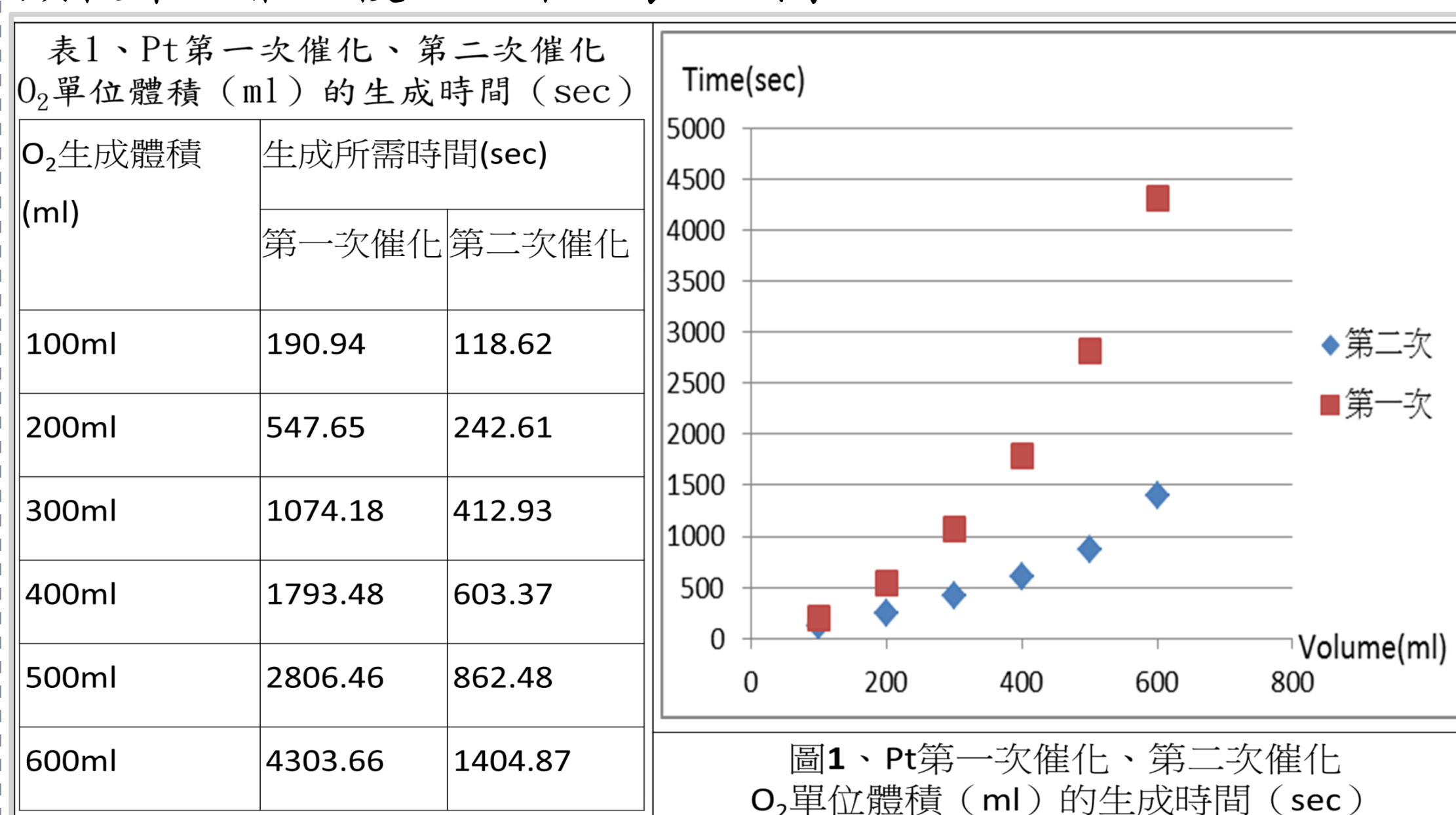
### 二、反應速率測量

- (一)、將藥品放入裝有40ml蒸餾水的雙口燒瓶中，將血清塞套入其中一個瓶口，另一口連接橡膠管以收集氧氣，將預先抽取10ml雙氧水的注射筒插入血清塞中。
- (二)、準備排水集氣法的設備。
- (三)、將雙口燒瓶放入水浴槽中(或磁加熱攪拌機上)。
- (四)、打開手機上的計時器後按開始鍵，同時注入雙氧水，開始測量反應過程的反應速率。

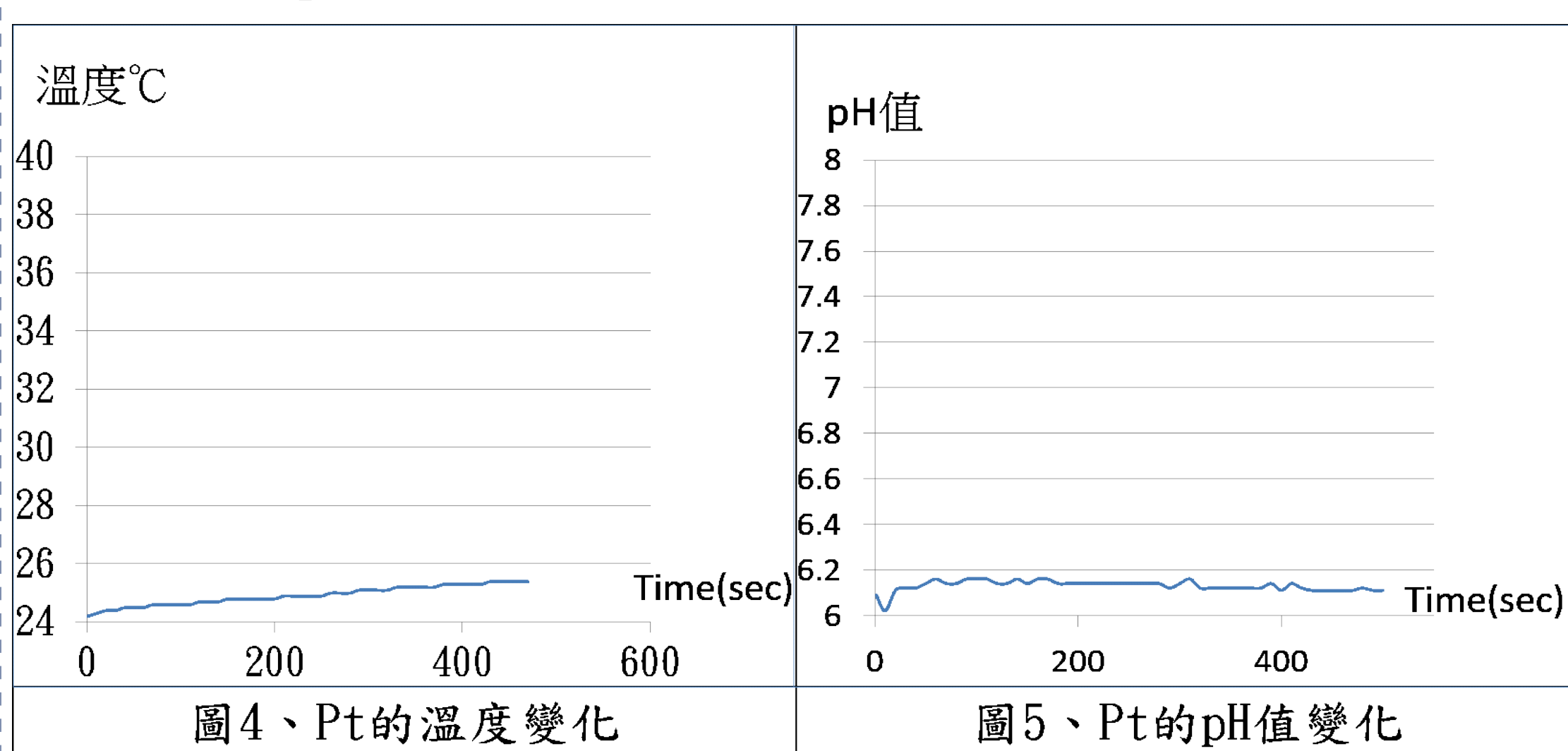
## 伍、實驗結果

### 一、Pt和雙氧水-催化劑標準

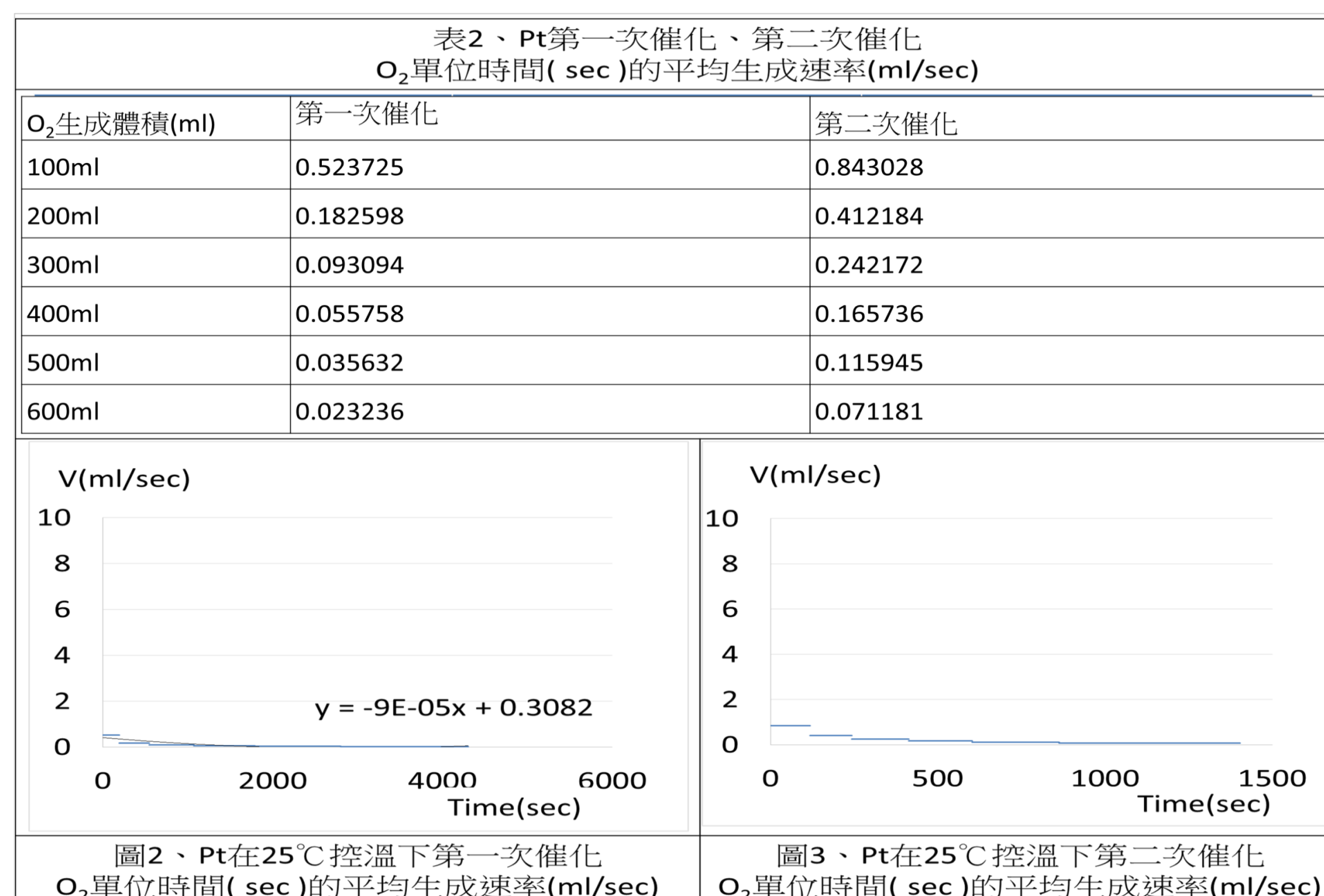
(一)、將Pt與雙氧水放在25°C控溫的環境下反應，測量生成物O<sub>2</sub>單位體積(100ml)的生成時間(sec)，第一次催化明顯較第二催化慢，結果如表1、圖1：



(二)、將Pt與雙氧水放在25°C控溫的環境下反應，全程監控溫度及酸鹼值變化。其溫度上升1.2°C，增加約5.0% (結果如圖4)，pH值上升0.02，增加約0.3% (結果如圖5)：

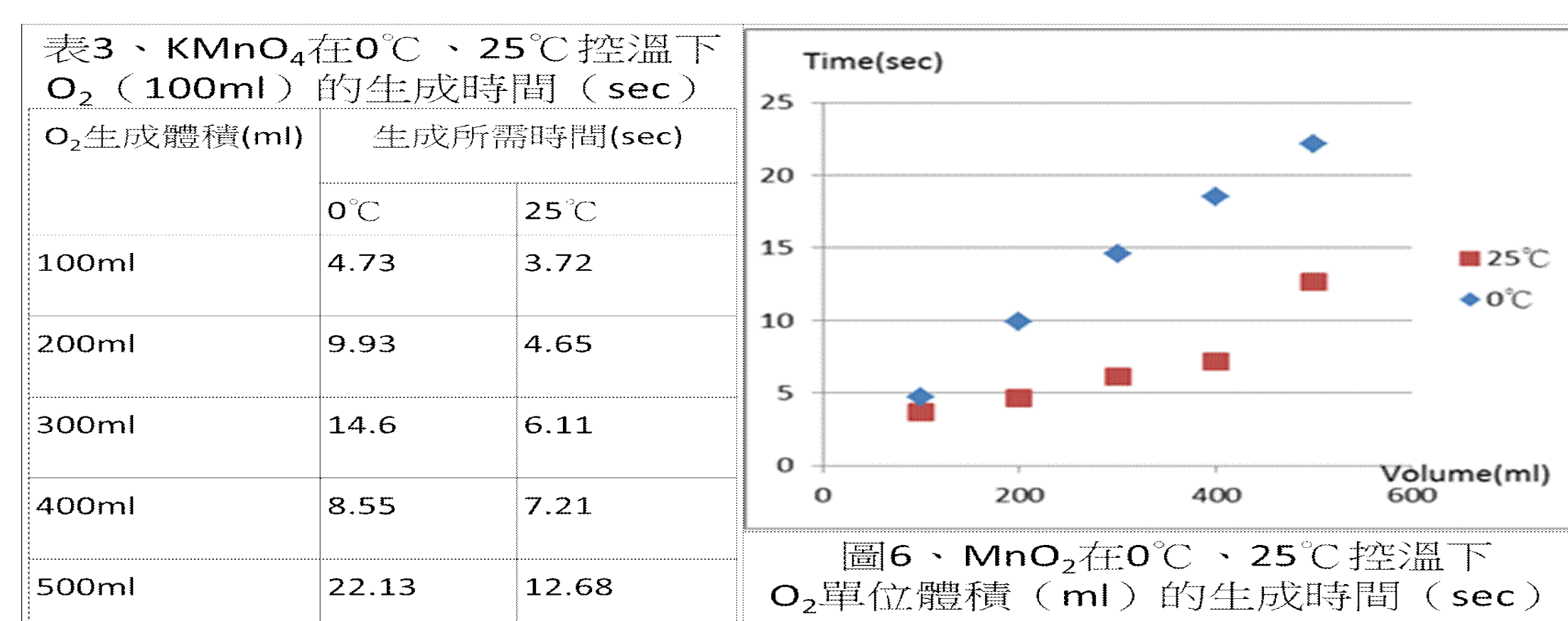


(三)、將Pt與雙氧水放在25°C控溫的環境下反應，測量生成物O<sub>2</sub>單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，第一次催化明顯較第二催化慢，結果如表2、圖2~圖3：



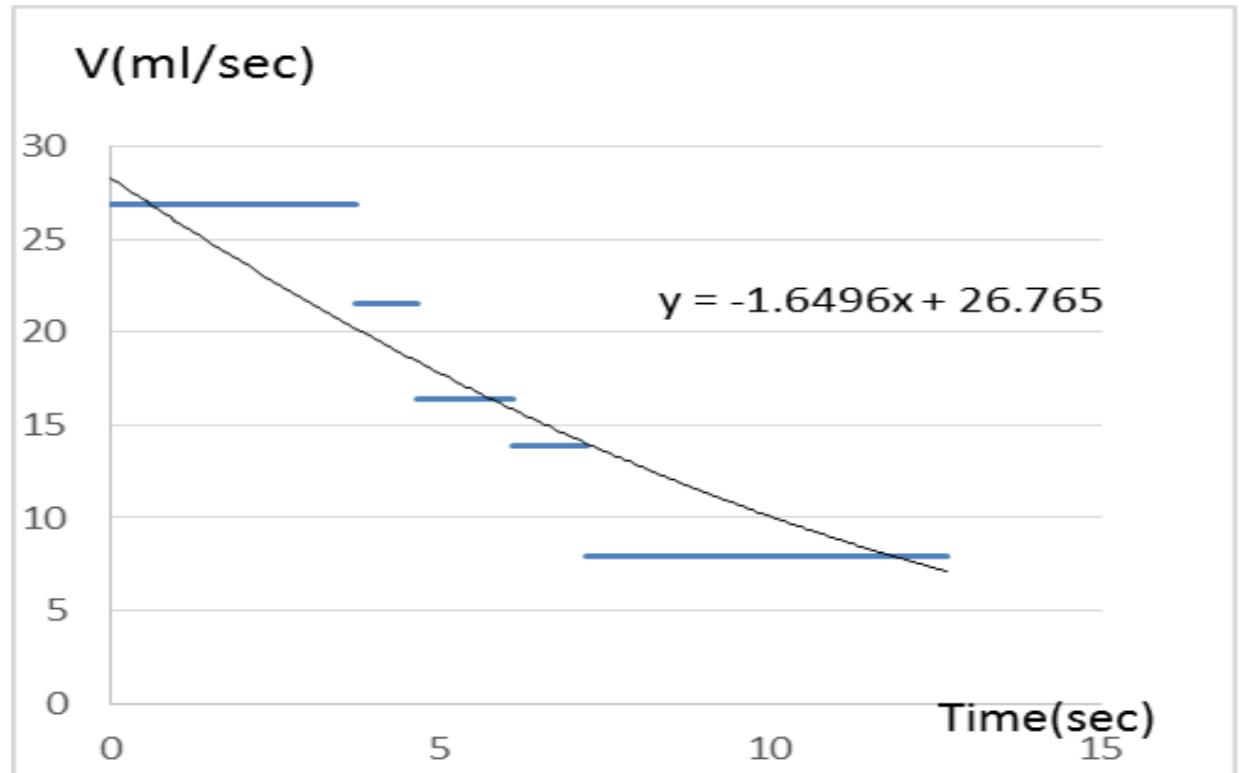
### 二、KMnO<sub>4</sub>和雙氧水-氧化還原標準

(一)、將KMnO<sub>4</sub>與雙氧水放在0°C及25°C控溫的環境下反應，測量生成物O<sub>2</sub>單位體積(100ml)的生成時間(sec)，25°C反應明顯較0°C催化快，結果如表3、圖6：

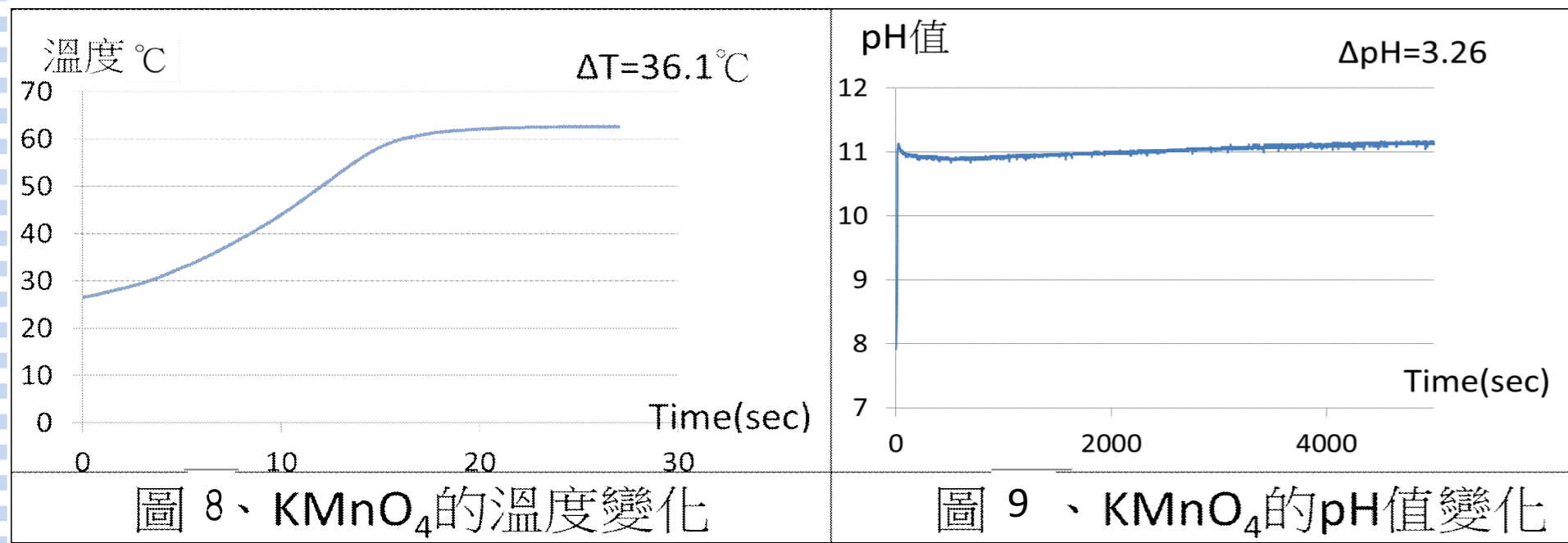


(二)、將 $\text{KMnO}_4$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，結果如表4、圖7：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	$25^\circ\text{C}$
100ml	26.88172
200ml	21.50538
300ml	16.36661
400ml	13.86963
500ml	7.886435



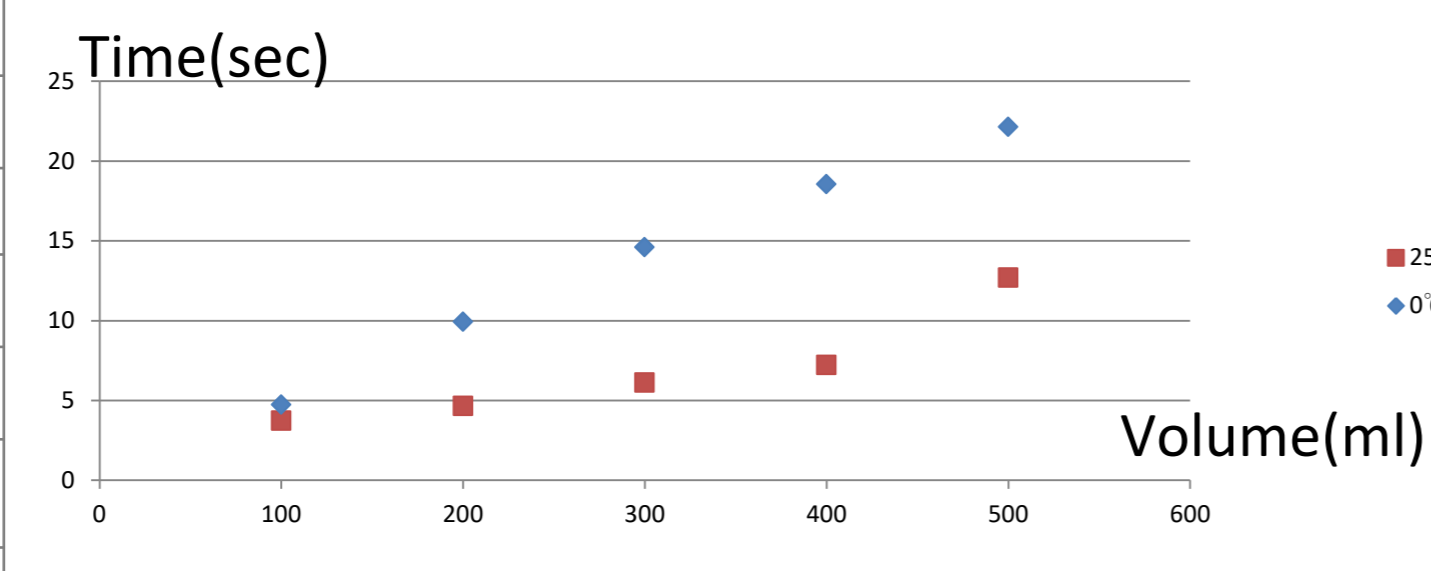
(三)、將 $\text{KMnO}_4$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，全程監控溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 $36.1^\circ\text{C}$ ，增加約144.4%（結果如圖8），pH值上升3.26，增加約41.2%（結果如圖9）：



### 三、 $\text{MnO}_2$ 和雙氧水

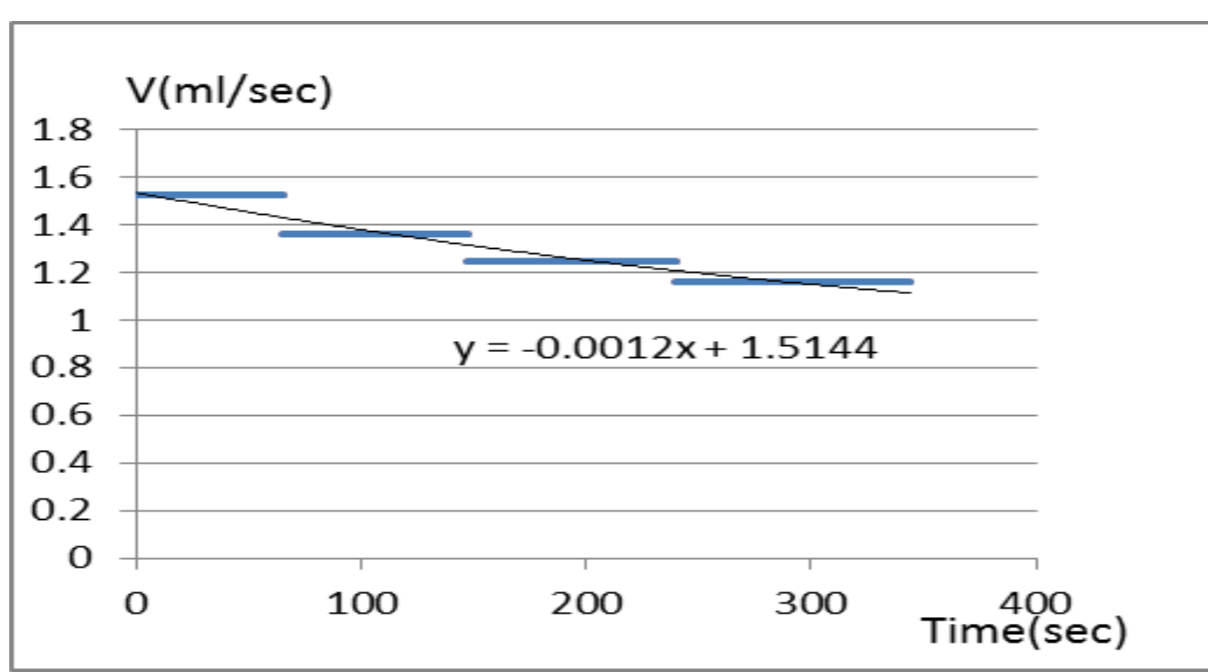
(一)、將 $\text{MnO}_2$ 與雙氧水放在 $10^\circ\text{C}$ 及 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位體積(100ml)的生成時間(sec)， $25^\circ\text{C}$ 反應明顯較 $10^\circ\text{C}$ 催化快，結果如表5、圖10：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	生成所需時間(sec)	
	$0^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$
100ml	4.73	3.72
200ml	9.93	4.65
300ml	14.6	6.11
400ml	18.55	7.21
500ml	22.13	12.68

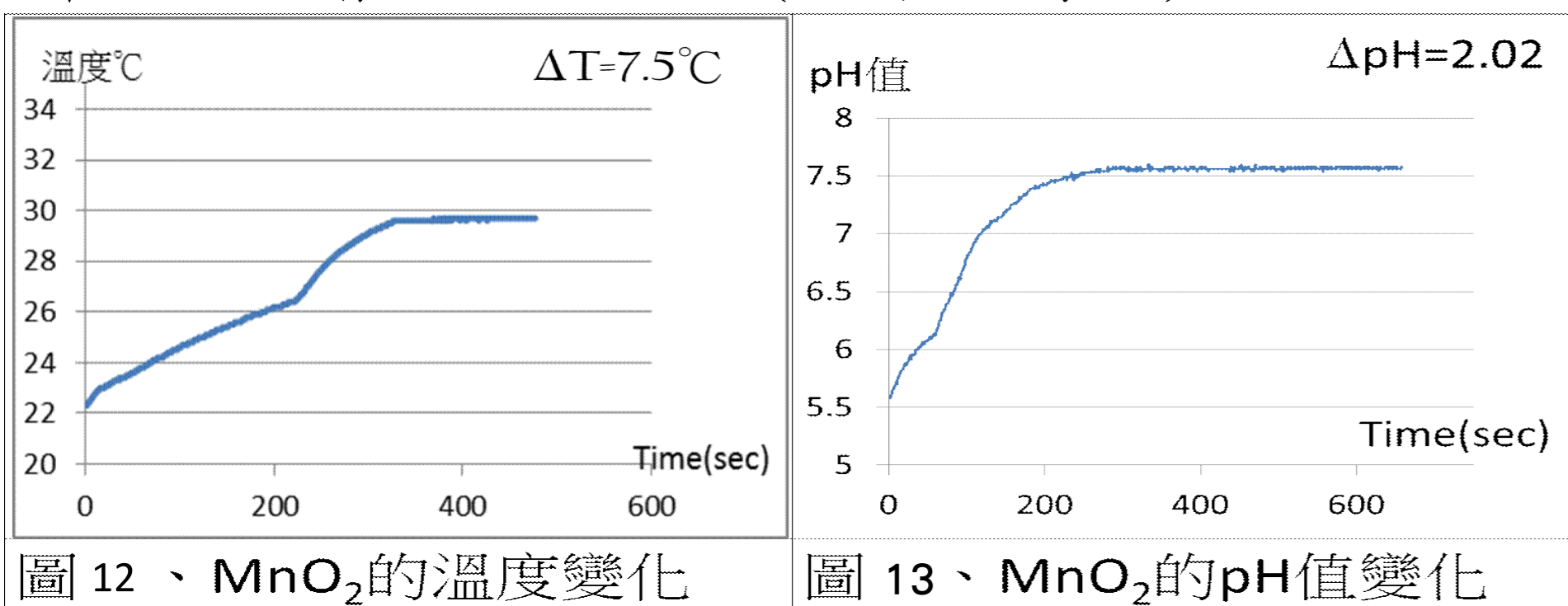


(二)、將 $\text{MnO}_2$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，結果如表6、圖11：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	$25^\circ\text{C}$
100ml	1.5269507
200ml	1.3623978
300ml	1.2490632
400ml	1.1630612



(三)、將 $\text{MnO}_2$ 與雙氧水放在 $35^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 $7.5^\circ\text{C}$ ，增加約33.8%（結果如圖12），pH值上升2.02，增加約36.3%（結果如圖13）：



### 四、 $\text{PbO}_2$ 和雙氧水

(一)、將 $\text{PbO}_2$ 與雙氧水放在 $0^\circ\text{C}$ 及 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位體積(100ml)的生成時間(sec)， $25^\circ\text{C}$ 反應明顯較 $0^\circ\text{C}$ 催化快，結果如表7、圖14：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	生成所需時(sec)	
	$0^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$
100ml	137.5	2.43
200ml	341.31	5.11
300ml	747.17	7.81
400ml	1387.90	12.03
500ml	2251.18	19.9

圖14、 $\text{PbO}_2$ 在 $0^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$ 控溫下 $\text{O}_2$ 單位體積(ml)的生成時間(sec)

(二)、將 $\text{PbO}_2$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，結果如表8、圖15：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	$25^\circ\text{C}$
100ml	41.15226
200ml	19.56947
300ml	12.8041
400ml	8.312552
500ml	5.025126
600ml	3.386387
700ml	2.523341
800ml	1.93836
900ml	1.587554
1000ml	1.260716

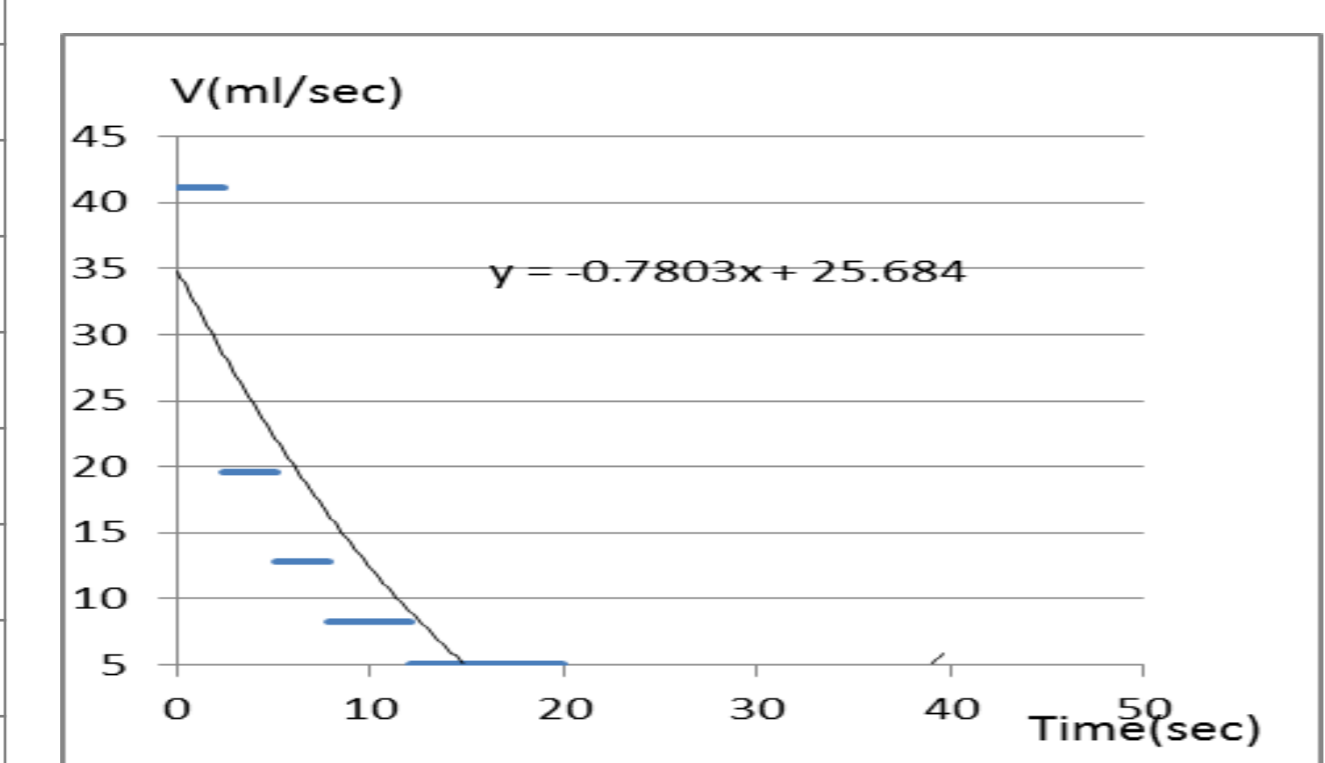
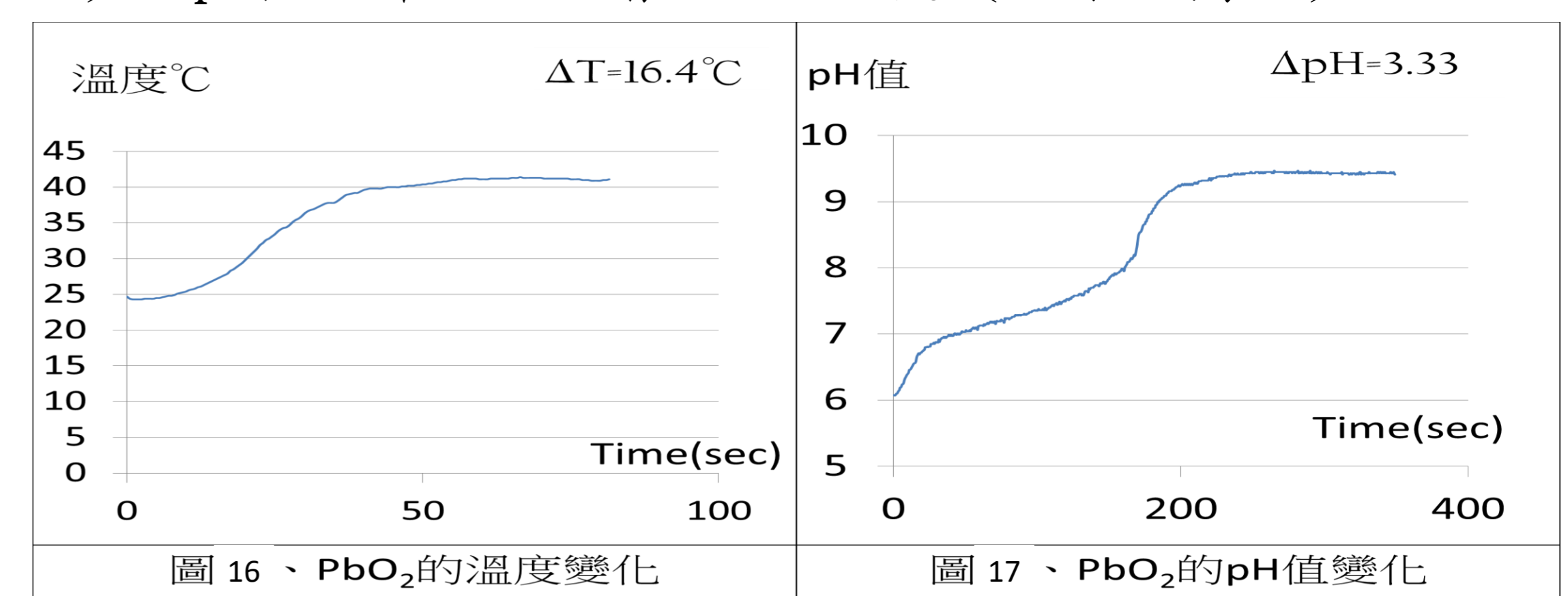


圖15、 $\text{PbO}_2$ 在 $25^\circ\text{C}$ 控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

(三)、將 $\text{PbO}_2$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 $16.4^\circ\text{C}$ ，增加約66.4%（結果如圖16），pH值上升3.33，增加約54.8%（結果如圖17）：



### 五、 $\text{CuO}$ 和雙氧水

(一)、將 $\text{CuO}$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，結果如表10、圖18：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	$25^\circ\text{C}$
100ml	0.112502
200ml	0.122827
300ml	0.120970
400ml	0.121994
500ml	0.123206

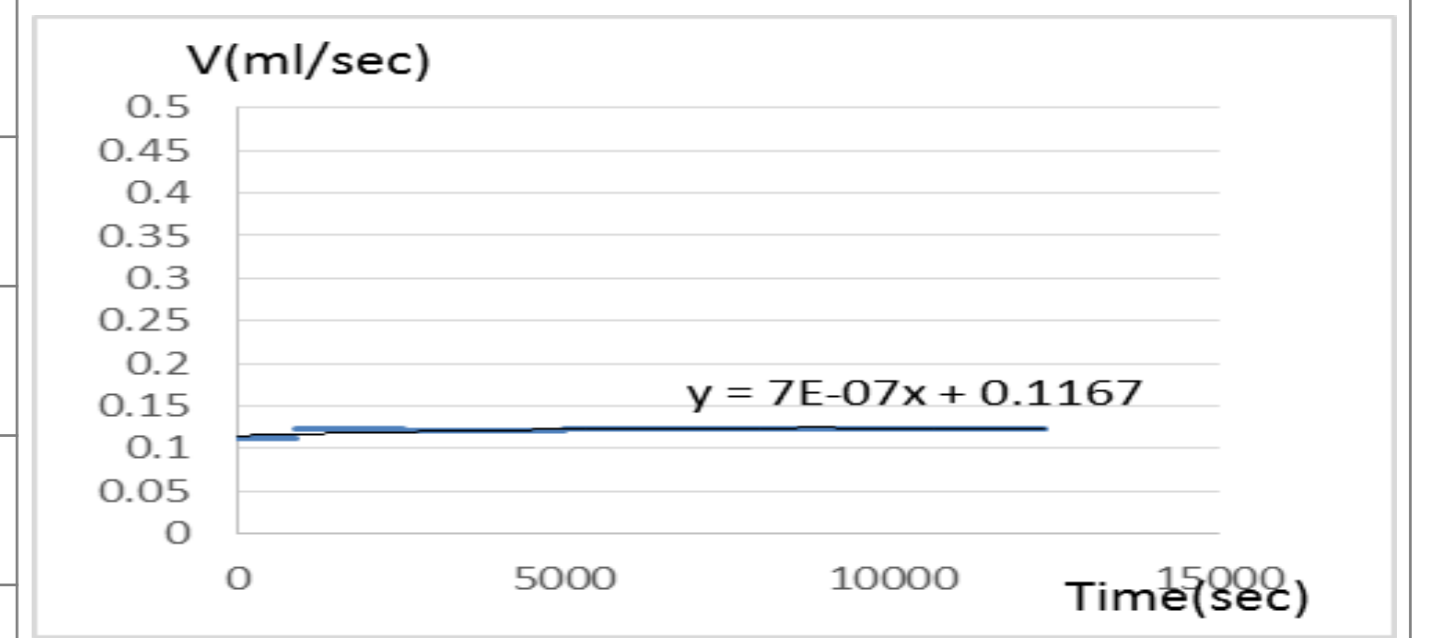
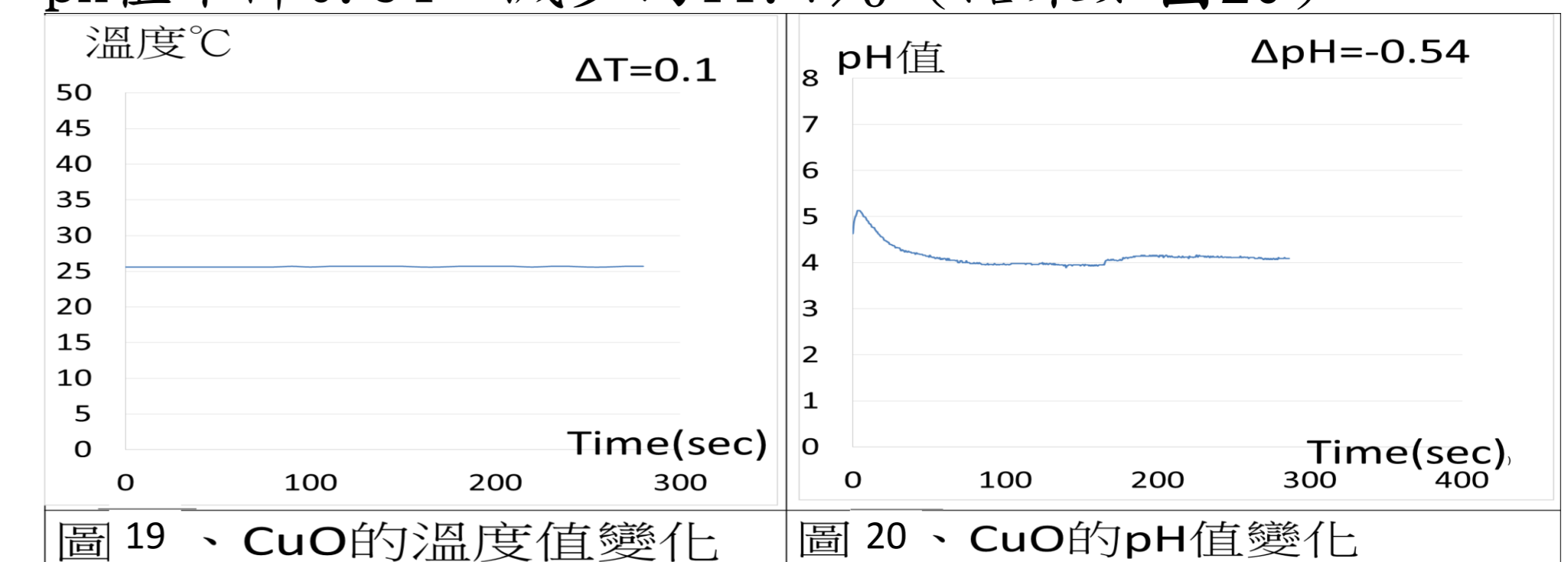


圖18、 $\text{CuO}$ 在 $25^\circ\text{C}$ 控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

(二)、將 $\text{CuO}$ 與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，測量溫度及酸鹼值變化。其溫度上升 $0.1^\circ\text{C}$ ，增加約0.3%（結果如圖19），pH值下降0.54，減少約11.7%（結果如圖20）：



### 六、過氧化氫酶和雙氧水

(一)、將金針菇與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 的環境下反應，生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，結果如表11、圖21：

$\text{O}_2$ 生成體積(ml)	$25^\circ\text{C}$
100ml	1.296176
200ml	2.388345
300ml	4.125980
400ml	5.395198
500ml	6.303580

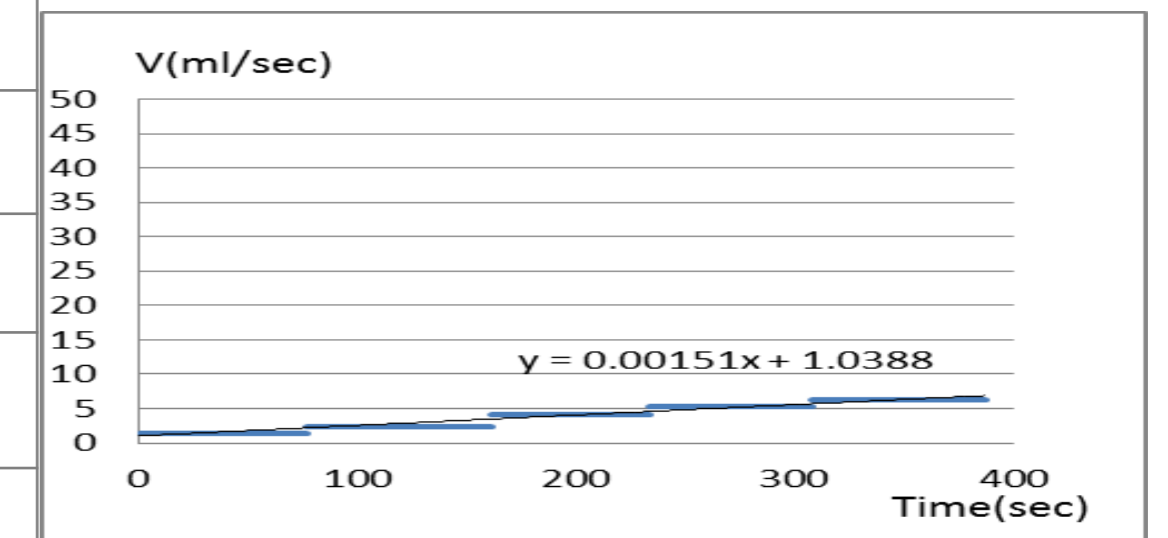
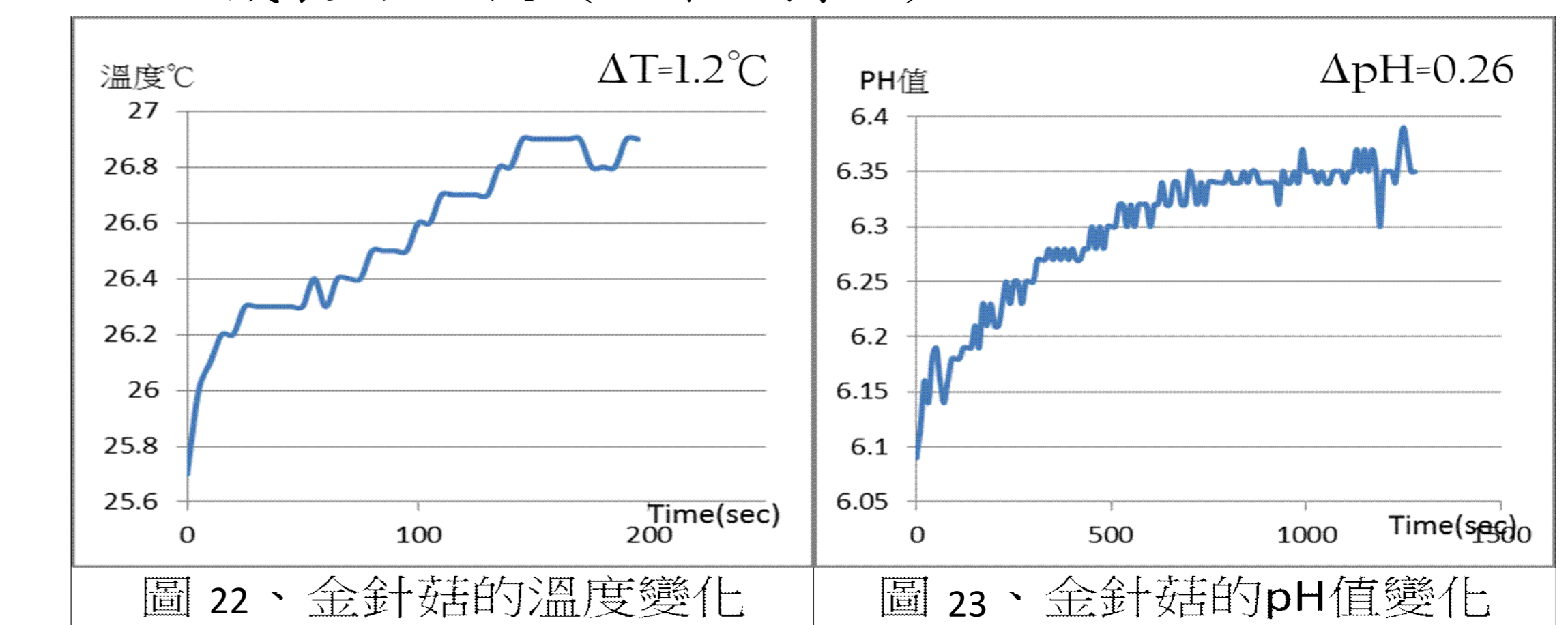


圖21、金針菇在 $25^\circ\text{C}$ 控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

(二)、將金針菇與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 控溫的環境下反應，其溫度上升 $1.2^\circ\text{C}$ ，成長約4.7%（結果如圖22），pH值上升0.26，成長約4.3%（結果如圖23）：



### 六、二次催化

(一)、將回收藥品(Pt、 $\text{MnO}_2$ 和 $\text{PbO}_2$ )與雙氧水放在 $25^\circ\text{C}$ 的環境下進行二次催化，生成物 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)，一次反應和二次反應的反應速率(結果如圖24、圖25和圖26)：

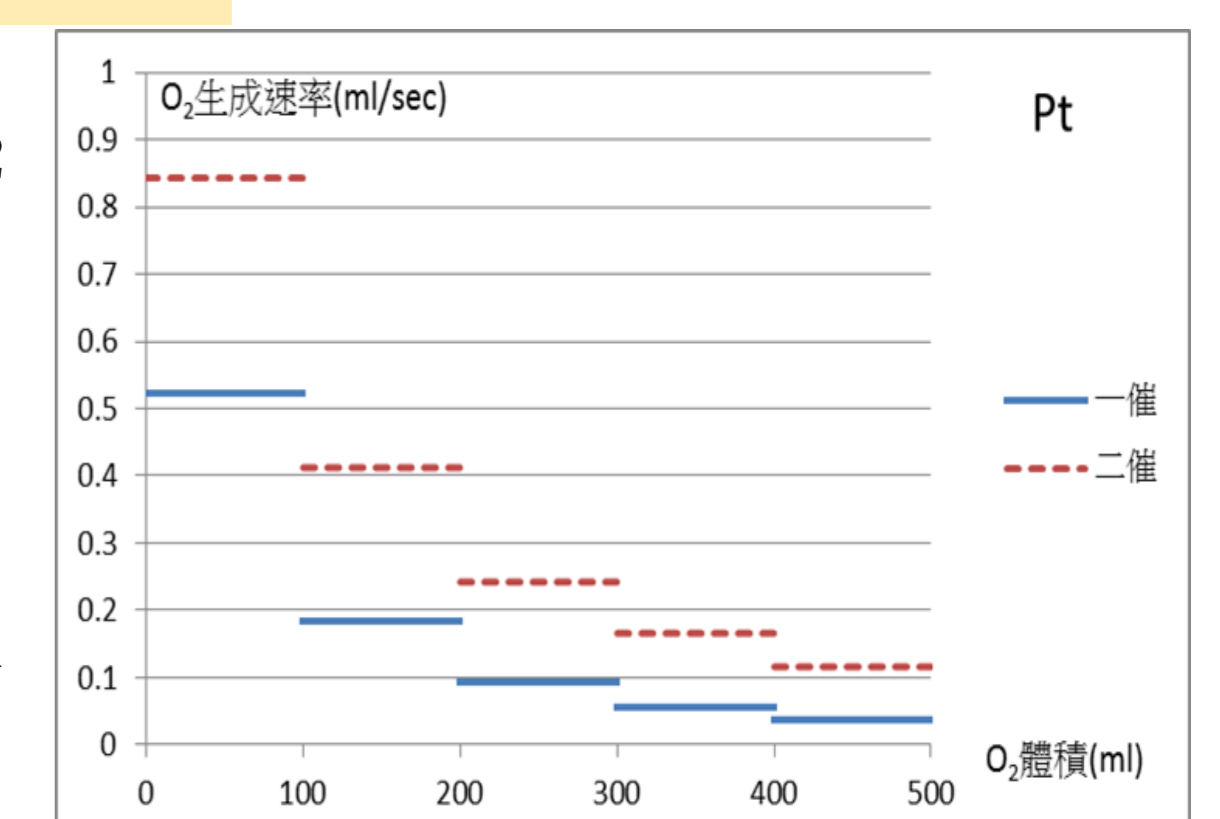


圖24 Pt一次和二次在 $25^\circ\text{C}$ 的控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

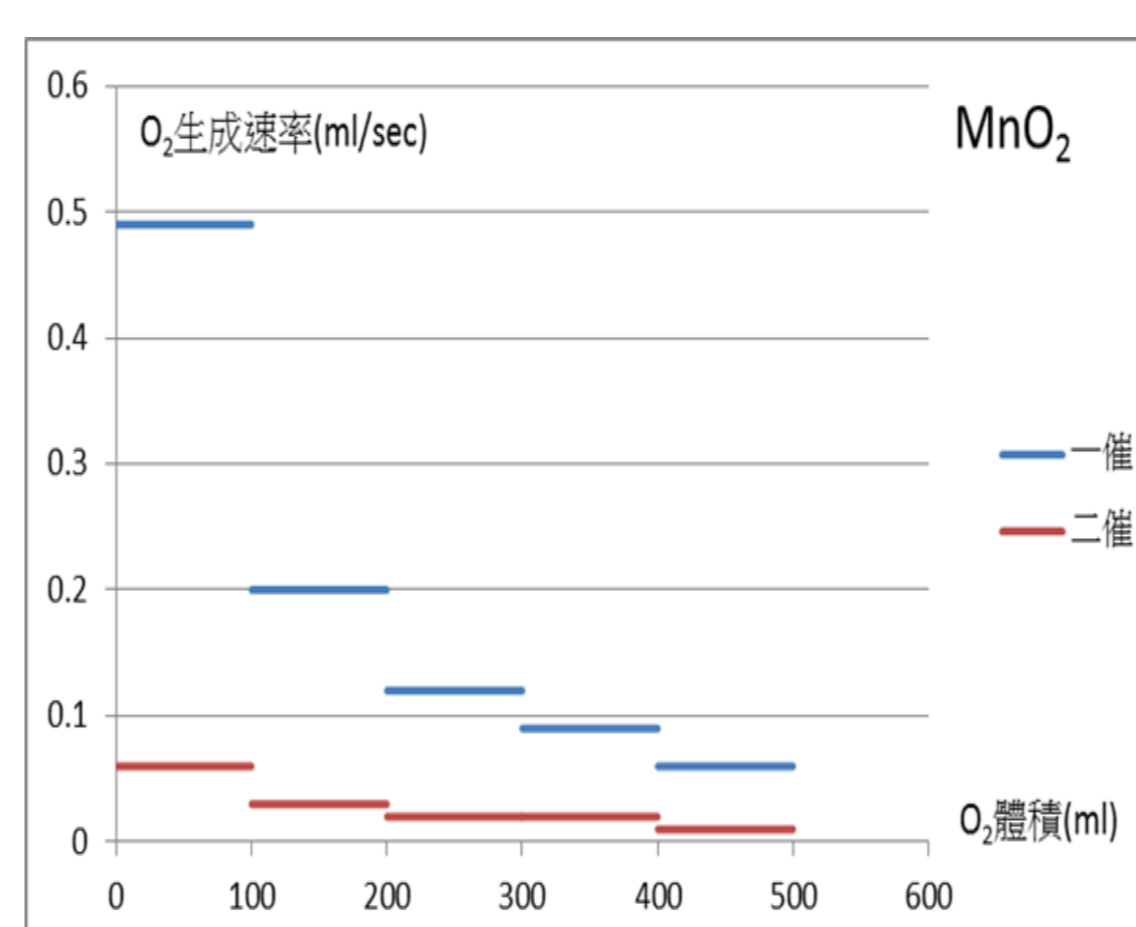


圖25  $\text{MnO}_2$ 一次和二次在 $25^\circ\text{C}$ 的控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

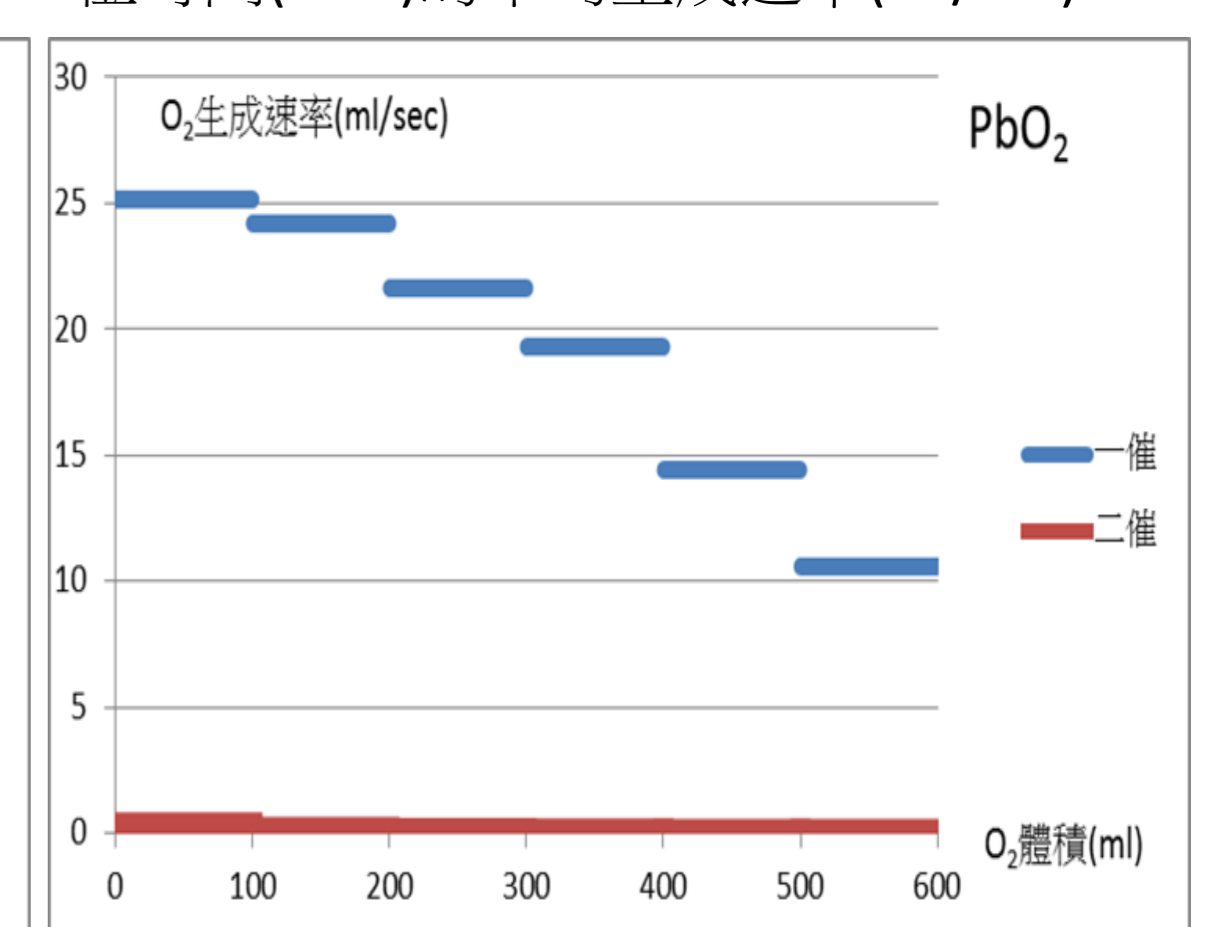


圖26  $\text{PbO}_2$ 一次和二次在 $25^\circ\text{C}$ 的控溫下 $\text{O}_2$ 單位時間(sec)的平均生成速率(ml/sec)

## 陸、討論

### 一、Pt：

由實驗一可得知，Pt反應過程最高溫與最低溫相差 $1.2^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $0.02$ ，第一次催化和第二次催化的速率變化小，依教科書上的定義，可得知其完全屬於催化反應。

### 二、 $\text{KMnO}_4$ ：

$\text{KMnO}_4$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $35.9^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $3.26$ ，反應前後溫度及pH質產生劇烈變化，依教科書上的定義，可得知其完全屬於氧化還原。

### 三、 $\text{MnO}_2$ ：

$\text{MnO}_2$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $7.5^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $2.02$ ，介於Pt和 $\text{KMnO}_4$ 之間，因此推論小部分是氧化還原反應，大部分則屬於催化的效果。

### 四、 $\text{PbO}_2$ ：

$\text{PbO}_2$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $16.4^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $3.33$ ，較接近 $\text{KMnO}_4$ 。開始的時候速率很快，之後緩降下來，因此推論大部分是氧化還原反應，小部分則屬於催化的效果。

### 五、 $\text{CuO}$ ：

$\text{CuO}$ 反應過程最高溫與最低溫相差 $0.1^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $0.54$ ，溫度及pH值變化都接近於Pt，因此推論其完全屬於催化劑。

### 六、過氧化氫酶：

過氧化氫酶反應過程最高溫與最低溫相差 $1.2^{\circ}\text{C}$ ，pH值相差 $0.26$ ，溫度及pH值變化都接近於Pt，因此推論其完全屬於催化劑。

### 七、二次催化：

由實驗七得知純催化的白金其二次催化，反應速率不但沒有變慢，反而比一催更快。而二氧化鉛以及二氧化錳，因有氧化還原的耗損，所以反應速率二次催化明顯的比第一次催化還要慢很多。

## 柒、結論

### 一、依照溫度變化來看：

由表12可以看出，Pt在反應過程中溫度變化平緩屬於催化反應。 $\text{KMnO}_4$ 變化劇烈，屬於氧化還原反應。 $\text{MnO}_2$ ，兩者皆有，但溫差與Pt較相近，所以推斷催化反應佔大多數。 $\text{PbO}_2$ 兩者皆有，但溫差與 $\text{KMnO}_4$ 較相近，所以推斷氧化還原反應佔大多數。 $\text{CuO}$ 上，與Pt相似，推斷為催化反應。過氧化氫酶，與Pt相同，推斷為催化反應。由上述內容推斷出，催化劑的反應過程中溫度變化較少，而氧化還原反應過程中溫度變化則較為劇烈。

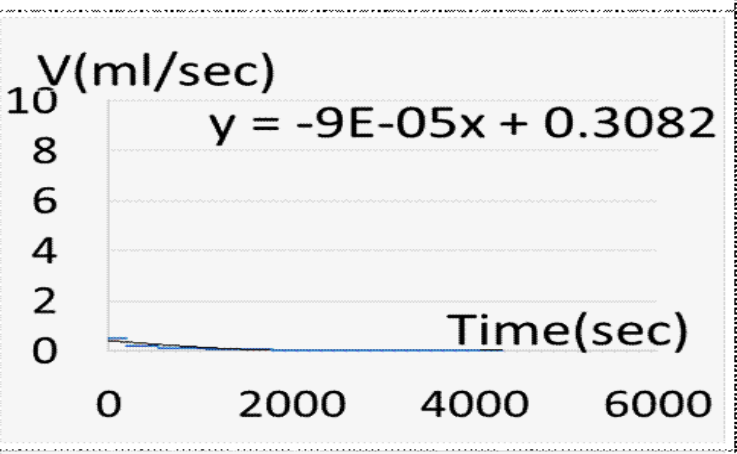
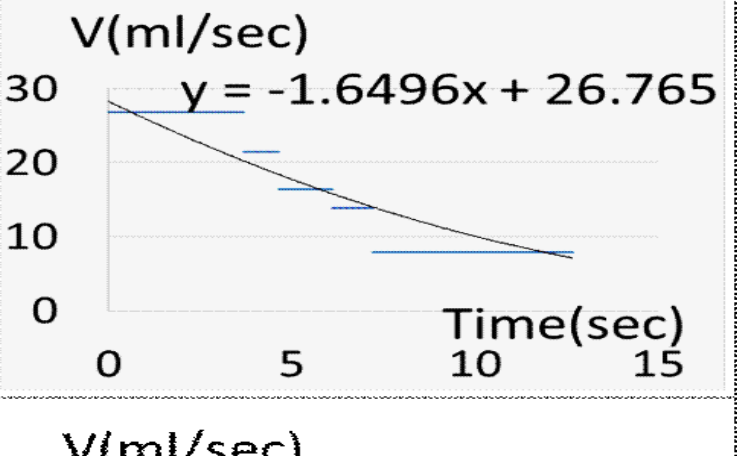
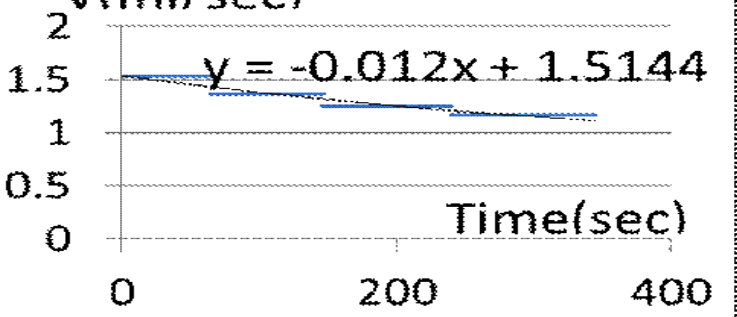
### 二、依照pH值變化來看：

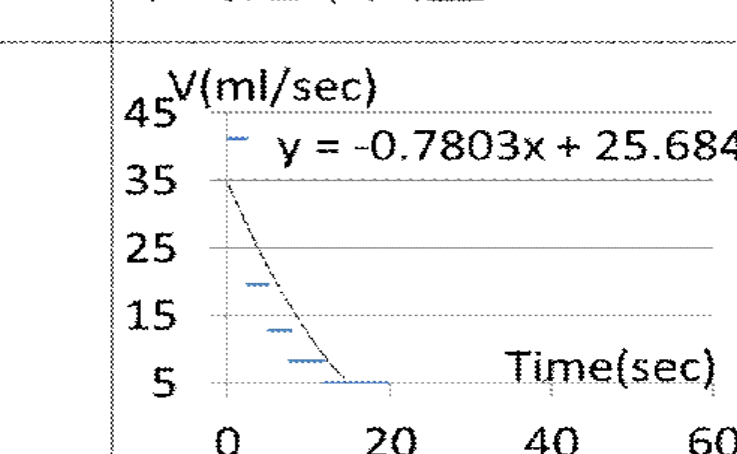
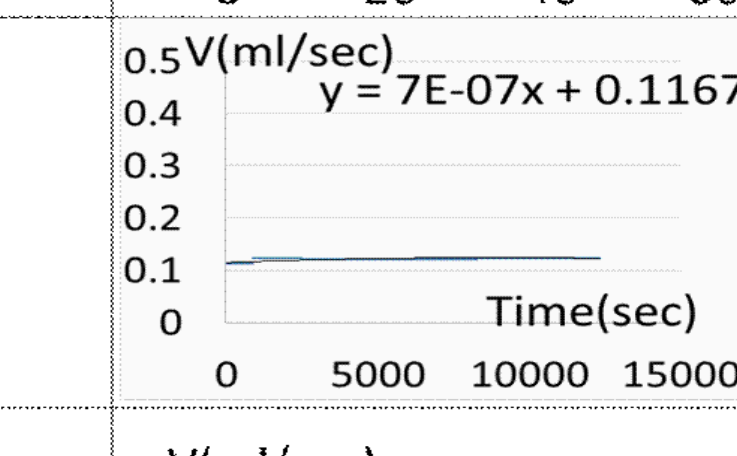
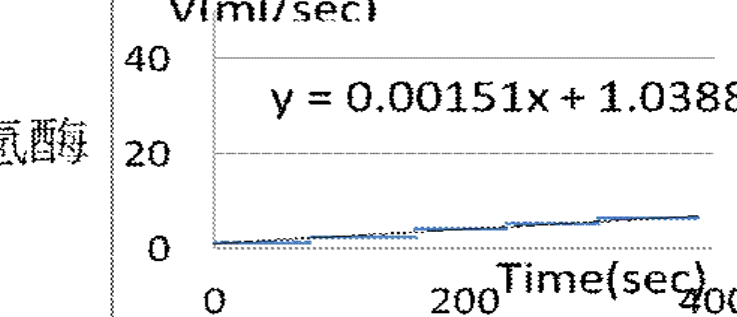
由表12可以看出，Pt在反應過程中pH值變化平緩屬於催化反應。 $\text{KMnO}_4$ 變化劇烈，屬於氧化還原反應。 $\text{MnO}_2$ ，兩者皆有，但pH值變化與Pt較相近，推斷催化反應佔大多數。 $\text{PbO}_2$ 兩者皆有，但pH值與 $\text{KMnO}_4$ 較相近，推斷氧化還原反應佔大多數。 $\text{CuO}$ 上，與Pt相似，推斷為催化反應。過氧化氫(解離)酶，與Pt相似，推斷為催化反應。由上述內容推斷出，催化劑的反應過程中pH值變化較少，而氧化還原反應過程中pH值變化則較為劇烈，充分了證明我們對於催化劑和氧化還原的觀點。

藥品	$\Delta T$	$\Delta \text{pH}$	結論
Pt	$1.2^{\circ}\text{C}$	$0.02$	催化
$\text{KMnO}_4$	$36.1^{\circ}\text{C}$	$3.17$	氧化還原
$\text{MnO}_2$	$7.5^{\circ}\text{C}$	$2.02$	小部分氧化還原，大部分催化
$\text{PbO}_2$	$16.4^{\circ}\text{C}$	$3.33$	大部分氧化還原，小部分催化
$\text{CuO}$	$0.1^{\circ}\text{C}$	$-0.54$	催化
過氧化氫(解離)酶	$1.2^{\circ}\text{C}$	$0.26$	催化

### 三、依照速率變化的斜率來看：

我們由表13~表14推斷，介於 $\pm 0.002$ 之間屬於催化反應，而 $\pm 1.5$ 則為氧化還原反應，當其值介於兩者之間，則同時兼有之。

藥品	平均速率圖型	圖型斜率	反應模式
Pt		$-9\text{E}-05$	催化
$\text{KMnO}_4$		$-1.6496$	氧化還原
$\text{MnO}_2$		$-0.012$	小部分氧化還原 大部分催化

藥品	平均速率圖型	圖型斜率	反應模式
$\text{PbO}_2$		$-0.7803$	大部分氧化還原， 小部分催化
$\text{CuO}$		$7\text{E}-07$	催化
過氧化氫酶		$0.0015$	催化

## 捌、未來展望

本次實驗我們得知Pt在雙氧水催化反應，與金針菇做對照，測其反應過程的溫度模式、pH模式及反應速率來做對比，希望以過氧化氫解離酶能夠取代用來清潔隱形眼鏡的Pt。同時也發現工業上也有將過氧化氫酶利用在多個領域上，例如：食品工業方面應用於除去用於製造奶酪的牛奶中的過氧化氫、應用於食品包裝防止食物氧化、紡織工業方面用於除去紡織物上的過氧化氫，以保證成品不含過氧化物、美容業方面應用於一些面部護理中，加入了該酶和過氧化氫，目的是增加表皮上層的細胞氧氣...等等。但目前業界多使用動物的肝臟來進行萃取，倘若能使用植物或真菌內得過氧化氫酶來取代，不僅降低成本同時也能減輕環境負擔，我們希望日後有時間進一步探討如何將過氧化氫酶從植物或真菌內完整的提取出來並付諸實行。